

地域の素材を生かした地質教材の研究 その2

—— 小・中学校「流水のはたらき」を中心にして ——

林 等¹ 本 間 質 郎² 井 部 和 夫³ 伊 藤 正⁴
岩 田 伸⁵ 川 瀬 一 夫⁶ 小 紫 柳 一⁷ 新 田 義 信⁸
大 川 博 久⁹ 齋 藤 卓 次¹⁰ 山 本 行 雄¹¹

I はじめに

昨年、小・中学校の地質教材を中心にして、「地域の素材を生かした地質教材の研究」を報告した。ここでは、地質教材における、地域の素材の教材化の重要性、地質教材の構造化の試み、と地質教材における時間・空間概念の形成などについて実践研究を通じての成果と問題点を指摘した。今回は、地質教材のなかで、地層と共に重要な柱になっている「流水のはたらき」について実践研究を行なったので報告する。なお、この研究は、小学校においては、新学習指導要領、中学校においては、改訂学習指導要領案の方向を参考にして研究を行なった。

II 研究を進めるにあたって考慮したこと

(1) 「川のはたらき」の教材における問題点

今までの「川のはたらき」の教材には、多くの問題があり、それらをまとめると次のようになる。

- ① この教材を貫ぬく柱（ストーリー）に欠けていたために自然観の育成に問題があった。
- ② 自然の中での「川」という観点が見失なわれがちであった。
- ③ 「川のはたらき」に関する資料の活用がふじゅうぶなかった。
- ④ 「川のはたらき」を一般化させるにきゅうきゅうとしているために、押しつけをする無理があった。小さなひとつの事実だけでもよいから調べあげていくというような指導法にも意味があるのではないか。
- ⑤ 以前の川の様子はどうかと推察して以前の川や地形を復元してみるといった方法に欠けているのではないか。
- ⑥ エネルギー的な見方に欠けていた。
- ⑦ 川には、その川にだけみられる特徴がある。そのため観察をとおして、川のいろいろなはたらきを一般化させるのに困難である。

1 県立教育センター

2 県立教育センター

3 白根地区理科教育センター

4 東蒲原郡理科教育センター

5 佐和田町立佐渡地区理科教育センター

6 六日町立理科教育センター

7 村上地区理科教育センター

8 県立教育センター

9 小千谷市立理科教育センター

10 新津市立理科教育センター

11 糸魚川・西頸城地区理科教育センター

(A, B, C. 順)

- ⑧ 川の水は動いているので、一見川のはたらきがわかっているような感じがするが、いざそれを観察しても、川のはたらき（運搬、浸食、たい積）などをとらえることがむずかしい。
- ⑨ 具体的な観察方法が不明確なため、ただ単に川を見せたといったことになりやすい。川のどこでどのように観察させたらよいか。
- ⑩ 川の上流、中流、下流の区別がつけにくい。
- ⑪ ひとつの川を上流から下流にわたって観察させることが困難である。
- ⑫ 上流の川の石は大きくてゴツゴツし、中流の川の石は小さくて丸いなどと決めているが、実際には上流にも丸い石や小さい石がたくさんあって、教科書どおりにはいかない。
- ⑬ モデル実験と実際の川の観察をどのように結びつけたらよいであろうか。

(2) 新しい観点からの「流水のはたらき」

「流水のはたらき」は、新小学校学習指導要領では、「地球と宇宙」の領域にはいっている。この領域は、「生物とその環境」とは「生物と非生物」という点で異なり、「物質とエネルギー」とは互に関係があるが、自然の対象となるものの規模の大きさ、すなわち、自然の時間、空間の大きな規則性をもつことと、また、エネルギーの大きさなどで区別される。「流水のはたらき」は、新小学校学習指導要領では、現行指導要領の第3学年の「川原の様子」と第4学年の「川や海の水のはたらき」を統合し、川の中央と岸での流速の違いを削除し、流水の速さや量による石や砂の流れる量を付加した内容で、第4学年で行なうことになっている。この教材は川原と川の水を素材にして、土地と流水との関係を見ていこうとするものである。改訂中学校学習指導要領（案）によれば、第2学年となり、「流水のはたらきと地層」の項目のなかにはいっているが、同学年の「大気中の水の循環」との関連において見ていくべきだろう。

ここでは、このような新しい学習指導要領の中心的な考え方である外的営力による地表の変化についての考え方を探してみる。

地球の表面は、気圏、水圏、岩石圏の三つが互に接し合っているところである。このなかで、われわれの生活が営まれ、生物が生活を行なっている。この三圏が相互作用をくりかえして、地表は変化をしている。このような地学現象をおこすもとの、太陽エネルギーであり、その結果として運動をする水のはたらきに注目していくことによって、地表の変化をひとつのストーリーとして見ていくことができる。ひとことでいうならば、太陽エネルギーと水の循環を柱として、地表の変化を見ようとするものである。このような指導を通じて、自然を総合的、統一的にみていく見方や考え方を養おうとするものである。

(3) 探究の過程を重視した理科教育

改訂学習指導要領は、自然の事物・現象の中から問題をみつけ出して、探究の過程を通じて科学の方法を習得させて、創造力の育成をめざしている。

探究の方法を重視した理科教育は、その根底にあるものは、創造力の育成ということに特に力をいれたものである。創造力の育成は、これまでその重要性について論ぜられてきたが、これにみあった考え方や方法が必ずしもじゅうぶんではなかった。

いままでの理科学習を通して、子どもに与えてきた、科学のイメージは、「正確で欠陥のない、全能なものであり、累積された知識が整理されたもので、ゆるぎない知識の体系」であるという固定的な科

学のイメージであった。したがって、実験観察はひとつの仮説から出発して、それを実験観察により検証することによって、新しい事実を発見し、一般化に導くということが科学的方法であった。ここでは、実験観察は、それを行なうことによって、自然を正しく、より深く認識ができるようになることがねらいであり、また、実験観察の結果から原理や法則を導き出すことがおもなねらいであった。すなわち、実験観察は、正しい自然認識と原理や法則を確実に理解させるひとつの手段であった。だから、実験観察は厳格な結果を要求し、あいまいな結論などは許されなかった。このような確実な事実のうえにたって、筋道をたてて考えていく、いわゆる科学的な思考は、理科学習において、きわめてたいせつなことでぜひ徹底させなければならないことである。しかし、創造力の育成をめざす理科教育においては、科学的な考え方をこのような、限定した考え方をさせることは大きな問題がある。このように、自然科学の本質を、いままでの理科学習で教えてきたような、固定的イメージでは、創造力の育成をめざした理科教育ではじゅうぶんとはいえないのである。一方では自然科学の本質は「探究の過程」として受けとめ、動的なイメージとしていかなければならない。理科学習における科学的な考え方を、直観によって見通しをつけたたり、立場をかえて新しい見方をしたり、新しいアイデアとかモデルを思いついたりするような、動的な、柔軟性のある考え方も必要である。ここでの実験観察は「探究の方法」を身につけるためにとりあげられるということになる。だから、実験観察を行なうこと自体がひとつの目的であり、その結果から得られた情報や知識はさほど重視しなくてもよいという場合も生じてくる。したがって、実験観察の結果はOpen-endedな取扱いや、答えの出ない実験観察の指導が重要な意味をもってくることがある。

創造力の育成をめざした理科教育は、指導要領の項目のひとつ、ひとつを学習のまとまりとしてわかれば、それで事足りるとするようなあまい考えでは成果を期待することはできないだろう。

(4) 実践研究例のポイント

「流水のはたらき」をとおして、自然界を総合的、統一的にみる見方や考え方を養うためには、いろいろと困難な点があるだろうが、地域の素材にストーリーをもたせて生かしていかなければならない。ましてや、探究の過程を通じて、児童・生徒に科学の方法を身につけさせ、基本的科学概念を理解させるには、地域の素材が最も適している。しかし、地域の素材は特殊性もあり、すべてが満足する教材になるとは限らない。したがって、地域の素材を指導する場合は、指導の内容にあったポイントと方法をはっきりさせて行なうことが必要である。

今回は、各地域の素材の特徴に着目し、いろいろな観点から実践を試みた。必ずしも満足する結果は得られなかったが、各地域の素材を生かす場合の参考にさせていただきたい。なお各地域のポイントをあげれば次のようになる。

小学校

地形から川のはたらきに気づかせる指導の試み (佐渡佐和田町二宮地域)

地形図、地形模型などから導入し、石田川を下流から上流まで観察させ流水のはたらきを理解させた。学習の終了後、科学作文を書かせた。

主体的学習をねらった野外観察の指導 (東蒲原郡津川町常浪川地域)

地域の素材を児童が観察する場合、主体的学習ができるよう作業記録のし方について検討を行なっ

た。

地域の素材と模式実験をとおしての教材組織化への試み (南魚沼郡六日町地域)

地域の川とモデル実験の観察方法をくふうし、その組織化をはかった。

「川のレキの形や動き」に着目させた「川の水のはたらき」(小・4)の指導例 (新津地域)

川のレキの形や動きに着目させて川を観察させ、問題点を解くために、さらに上流について調べてみた。その終了後、大きなレキの流れてき状態を想像してスケッチさせた。

中学校

信濃川の資料を利用した川のはたらきの指導(白根地域)

新潟平野と信濃川の豊富な資料を使つての新しい指導の試みである。

測定値を重視した流水のはたらきの指導 (糸魚川市姫川地域)

レキの粒度、重量調査、川の流速、流量、流圧などの実測値より流水は巨大なエネルギーをもっていることを推察させた。

河岸段丘をとおしての流水のはたらきの指導 (小千谷地域)

流水のはたらきの巨大なエネルギーを河岸段丘から導入して探究的にとらえさせようとする試み。

花コウ岩海岸と海岸段丘を素材とした流水のはたらき (村上地域)

「深成岩である花コウ岩が地表に露出しているのはなぜだろうか」という素朴な疑問を探究の出発点として、指導のストーリーを考えた。

III 実践例

地形から川のはたらきに気づかせる指導の試み (佐渡佐和田町二宮地域)

川のはたらきについての従来の指導は、限定された地点での川の流れの外側と内側における流速、水深、川岸の状態、川原の位置、川原の石の様子など、表面的な個々の事象の測定や観察に終ることが多く、現在みられる土地の姿が、長い間の流水のはたらきによってできたものとしてとらえさせるまでには到らない場合が多いようであった。

こゝでは、このような現状を考え、流水の営力による地表の変化を類推させる効果的な指導法を研究する立場から、地形図、地形模型などの資料をもとに、谷、平野など、土地の高低が川水の営力によってできたのではないかと類推させ、その類推をより確かなものにするという観点から、上・中・下流の流水と、川原、川原の石、川岸、地形など、自然の姿の観察から、それらの事象を関係づけ、そこから規則性を見い出す過程をとり、さらに、それらの規則性をモデル実験によって検証させるという、言わば演繹とも考えられる方法での指導を試みた。また、児童は流水と土地のふるまいを振り返り、教師は指導評価の資料にと、学習の終る後、科学作文を作成させた。

(1) 素材「石田川」について

(a) 素材に石田川を選定した根拠

石田川は、研究授業を実施した河原田小学校から約500mの近距離にあり、川口から約5km付近、図のD地点あたりで上流の様相が観察でき、上流と下流の対比が容易であるうえ、流路にそって農道が開け、安全に観察できる川であることから素材として選定した。

石田川全図



(b) 素材について (概略)

石田川は、佐渡佐和田東部を縦断する長さ約12Km、川口付近の図のA地点あたりで川幅約30mの佐渡としては大規模に属する河川である。

平野が狭いため、上流の様相に呈する地域からすぐ下流の様相を呈する地域に移行し、中流らしい様相を呈する地域はきわめて少ない。

川原のレキは、アンザン岩、リュウモン岩が多く、大きさ、円磨度も、B地点とD地点では、はっきりした違いがみられる。

川原は、5Km付近から観察に適した広さのものがみられる。

石田川での調査資料を、児童の実態をもとに教材化し、次のような具体目標を設定した。(詳細な石田川の調査資料、児童の実態などは略した)

(2) 具体的目標

- 地形図、航空写真、地形模型などから、川水が地表に変化をもたらしていることを推理させる。
- 川の曲がりかどでは、外側は流れが速くて深く、内側は流れがゆるくて浅いことに気づかせる。
- 川原は川の曲がった内側にできることに気づかせる。
- 川の曲がりかどで、流れの速いところは川底も深く、岸や川底がけずられ、流れのおそいところは、川底も浅く、石や砂が積もって川原になったことを推理させる。
- 上流と下流の流速、水量、川原、川原の石、川岸、周囲の地形などの様子の違いに気づかせる。
- 下流の川原の石や砂は、上流の岸や川底が削られ、流されてきたものであることを推理させる。
- 出水時の流水の激しさ、出水後の川原の様子の変化、川岸の変化などから、流れが速く、流水量が多いとき、流水の力は巨大で、まわりの様子を一時に大きく変えることに気づかせる。
- 水のはたらきは絶えまなく続けられ、長い年月の間に、土地の様子を変化させることを推理させる。

(3) 指導計画の概要

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| 1 佐渡地図(5万分の1)とその河川図を見て考えられることは何か。 | 第1次(90分) |
| 2 高台へあがって、川を中心とした周囲の地形を見よう。 | |
| 3 土地の高低は、どうしてできたのだろうか。 | |
| 4 石田川へいって、川の様子を調べてみよう。 | 第2次(135分) |
| 5 川の水のはたらきによって、土地の高低ができたといえるか。 | |
| 6 上流や下流の様子も調べて、ちがいを比べてみよう。 | |
| 7 各地点の観察の結果から、どんなことがいえるか。 | 第3次(45分) |
| 8 川原にも大きな石があったのは、どうゆうわけだろうか。 | |
| 9 本当にそうか、もう一度川のモデルを作って調べてみよう。 | 第4次(45分) |
| 10 川の観察資料や、川のモデルが教えてくれたことは何だろう。 | |

(4) 指導例

① 地形の概観から，流水のはたらきに注目させる指導例（第1次）

- T この佐渡の地図や，川すじを書き入れた地図を見て，どんなことが考えられるか。
- C どうしてそんなにいっぱい川ができたのか。
- C いろいろな場所から1つの川へ集められているが，どうしてなのだろうか。
- C どんな川もみんな，海へ流れ出ている。
- C みんな，高い方から低い方へ流れているということなんだよ。
- C そうだ，二つの山なみを中心にして，山の外側へ流れている。
- C 国府川はいちばん長くて大きい。いろいろな川の水をあつめている。
- T そうすると，川の水はどんな方向へ流れるといえはいいだろうか。
- C 山の方から，海の方へだ。
- C 山から平野を通して海へ流れ出る。
- C 高い部分から，低い方へ，低い方へ。
- C 谷と谷の間を，通ってしだいに低い方へ。
- T そうすると，高い土地とか，低い土地というのは，だれが作ったのだろうか。
- C 昔からあったんだ。だから神様が作った。
- C いや，昔，戦争があった時のあとでは？
- C ぼくは，よくわからないけど，水がけすつて，できたんじゃないかと思う。
- C そうだ，雨が降った時なんか，雨水の流れたあとに，土がけずられたあとがつくことがあるから，A君のいうように，水がけすつたところが，低くなっていくんだと思う。

このように，佐渡の地図とその上に河川をトレースした河川図をかさねてみさせることにより，土地の高低と川の流れすじとの関係を把握させようとした。これによって，土地のようすを変化させたものは，ひょっとしたら「水のはたらき」ではないかという直観的なひらめき（雨水のゆくえの学習経験が生きてはたらいたとも考えられる）が浮かびあがる。これによって問題をつかむという方法も有効な一つであろう。

② 実際の川からどんな情報が得られるかの指導例（第2次）

- T （A地点で）このようすから，石田川がみんなに教えてくれることは何か，しらべよう。まず，気がついたことは何か。
- C 水が流れているところと，川原の部分とがあって，川原の石はみんなまるくて，同じくらいの大きさです。
- C 流れの速いところと，おそいところがあります。（中略）
- T 今，見ているようなことから，土地の高低の原因が，水のはたらきだといえるだろうか。
- C ここだけではわからない。
- C 川のいちばん上流のおおもとを見ないとわからないのではないか。
- T じゃ，これから上流へ向って歩いて，何かがいがあるかどうか，見ていこう。
- T （B地点で）さっき見たところとくらべて，ちがいはどうだろうか。
- C 石の大きさが大きくなったし，ふかそうなところと，あさいところのちがいが，はっきりわかるようになってきた。
- C まがっている外側に石がきのていぼうがきずいてあるが，内側はきずいていない。
- C ていぼうが，きずかれていない方に川原ができています。
- C 大きい石が目につき，石に水があたって水が，波立っている。
- T じゃ，もっと上流へあがってみよう。今のことを記録しておこう。
- T （C地点で）こんどは，今までとくらべてどうだろうか。
- C 川はばが，せまくなってきた。
- C 今までよりも石の大きさが大きいのが流れの中にトコンと出ている。
- C 流れが，速くなった。
- C 川はばがせまくなったから，流れが速くなったのだろうか。
- C いや，川のかたむきが，きゆうになってきたからだろう。
- C それと，石の大きさが，大きくなったことも関係あると思う。
- T 何と何が関係しているのをいうの。
- C 川はばが，だんだんせまくなってきたということと，流れが速くなってきたということ。
- C いや，流れが速くなってきたことと，大きな石が，ゴロゴロしていることです。
- T （D地点で）ここでは，どうだろうね。
- C すごいでっかい石だ！ 石と石とのあいだから，川の水が，滝のように流れおちている。
- C あそこの岸のところは，川の水で，けずられたんじゃないですか。

C そうだ、このあたりでは、ていぼうがなく
なってきた。

な石が目につくようになったこと、これは、
どう考えたらいいたろうね。

T 上流では流れが速くなってきたこと、大

以上は、現地子どもたちが、直接自分の足で歩き、自分の目で見えた現象の主なものである。下流より上流へ歩いて、じかにその変化をとらえる中で、だんだん〇〇になってきた。というように変化を連続的にとらえる。このような場面と機会を与えてやるということに1つの意義があろう。また、歩いて見た結果、「どうして川はまがりくねっているのだろう」「上流ほど大きい石があるのはなぜか」「上流のいちばんみなもとのところはどこになっているのか」などの新しい疑問が、直感的に生まれた。

(5) 指導後の科学作文

川水のはたらきを学習したあと、自分が、雨水であったり、石ころであったりしたとしたらどんなことが考えられるか、それを文章で表現してみよう。ということで、科学作文を書かせた。子どもたちにとっては自分が、雨水や石ころであったら、そのふるまいが、何によって、どう変化し、変化を受けるかを新たに考える機会にもなる。また、教師にとっては、指導の欠陥や改善点等が浮きぼりにされる好機でもある。以下に引用する作文は、必ずしも満足なものではないが、川の水のはたらきの一面をエネルギー的に、あるいは、時間的にとらえてくれた一つを示すものであると考えられる。

雨つぶの旅

K 司

ぼくは、雨です。ぼくがどうして雨水なのかは、とんと見当がつかない。ぼくは空というところの小さい雲から生まれ、そして空から地上におちた。なかまといっしょに、ひくいところへひくいところへとうねうねと流れていると、かなり広い川へ出た。そこには、たくさんのなかまがいて、今までよりすこし流れがゆるやかでした。新しいなかまのひとりに「ここはどこ?」ときくと、「ここは川だよ」とつむこうの金北山から流れてきた石田川だよ」とおしえてくれました。ぼくは「もっと川のことをおしえてよ」とたのみました。すると「ぼくたちは、山の谷間から出てきたんだ。その時はもっと川はばがせまく、なかまもすくなかったんだ。でも、ずっと流れているうちに小さい川がたくさん集まってこんな川になったんだ。谷間の川は、水かさは少ないが、坂がきゅうなので、流れが速いんだ。それで、まわりの土や岩をけすりと、おし流しているんだ。雨がふったあとなんか、水かさがまして、流れが速くなり、力も強くなって、おどろくほどの大きい石を、おし流したりするんだ。その石はあっちのがけやこっちのがけにぶつかっているうち、かどばっていた石も、まるくなったり、こわれてこまかくなったりするんだ、ほら!そこに流れているジャリ公も、石がこわれて、こなみじんになったんだ。ところが、これからだんだん下流へいくと、流れがおそくなって、すなやどろをおとしてしまうのだよ。雨がふると、ぼくたちのけすりとった砂やどろといっしょに流れるんだ。ぼくたちは、やがて、海へ出ていくが、じょうはつして雲になり、また雨になって、ふってくるころには、この川の形もだいぶかわっていることだろう。もっとも、いつまたここへくるかはわからないけどね」とながなが話してくれた。

石ころの旅

K 子

わたしは、川の下流の水の中にいる丸い石ころです。うまれば、ずっととおい川の上流の岩石からです。あるすごいあらしのとき、岩石がけずられわたしが、うまれたのです。生まれたころのわたしは、かくばっていましたが、いまのわたしよりずっと大きかったです。かくばっていたわたしが、なぜこんなつるつるしたからだになったのでしょうか。それは、何百年、何千年もの長い長い川の中を旅してきたからです。流れがわりあい速い上流では、ほんの少しずつ流されて下流へむかいました。大雨のあとは、強い流れなので、わたしたちは大きな石にぶつけられたり、わたしたちどうして、ぶつかったりしたので、だんだんかどがとれました。下流にいくと上流にくらべて流れが、ゆるやかなので、人間の目から見るとわたしたちは、いつも同じところにいると思うのですが、やはり、大雨のときなど、動くのです。夏の水の少ないときや水のなくなったときには、同じ場所、ゆっくり休みます。こんなとき、人間の子どもにひろわれて、陸へあげられるときもあります。

石のゆくえ

H 生

ぼくは、川の水の流れかたと、川岸の石のこともかんさつしながら、上流へ、上流へとのはりました。石が場所場所で、いろいろに変化していくので、一大発見をしたように、おもしろくておもしろくてたまりませんでした。それは、海とのさかいの川口では、砂が多くて、たまにある小石も、小さくて、角がなくみんな丸い形でした。それが、かじまち橋のあたりでは、石がすこし大きくなりました。

石ころの旅

わたしは、今はこんな小さな小石ですが、むかしは、もっと大きな岩石でした。それに平地に住んではいませんでした。ずっと前は山地にすんでいました。それが、ある時、大あらしにあい、わたしは雨に流されました。流されると中、ぶつかりころがりしてだんだん角ばっているところがとれてきました。夏がきたり、冬がきたりして、だんだんわたしは下流へはこばれてきました。けれども、台風がきたり大水がきて、大雨がふるときまって、わたしのからだは、だんだんまるくなったり、前よりも小さいからだになったりします。いろいろ旅をして、ついに今はこんな小さなからだになってしまいました。ついにはもう少しで、砂になりそうです。旅をしてきたうち、大きかった石も、水にはかなわないあと自分の残り少ない体を見て思いました。

川水のはたらきの指導では、現在の土地のすがたを変化するものとしてとらえることがまず大切であろう。次に、その現在の土地のすがたと川とのかみあいが問題となり、土地のすがたと川との関係的な見方が問題となる。この点で、佐渡の地図と河川図や川を中心とした地形の観察は、土地のすがたと川とをダイナミックに結びつけて考えることの意義を改めて考えさせるものである。

また、土地の高低と川との関係を求めて、川の1地点を観察し、さらに上流へむかってそれを求めて歩いてみるという活動は、川水のはたらきを動的にしかも連続的变化としてとらえるということで意義がある。この川で得られた情報をもとにして仮説を設定して、モデルでそれを確かめる。その中で、たえずはたらきかける流水のエネルギーや、時間的な長さや、川水のおよぼす空間的な広がりについて、しっかりとしたイメージをもってまとまるものと考えられる。

さらに、ここで、学習後、再度、現在の土地のすがたを見なおさせる上からも、また教師の指導の反省資料を得るためにも、川水のはたらきについて科学作文を書かせることは有効であろう。この時点で子どもたちは、学習のまとまりの成果として、あるいは創造的な思考をはたらかせる場として意欲的に鉛筆を走らせる。この作文に目を通すと、彼等なりに、エネルギー的見方の伸長がうかがわれていると思われる場面や、逆に、指導の欠陥を指摘される場面に出合う。

とにかく、流水は、たえずはたらいて土地のすがたを変えたり、あるいは、大雨などで一時にそのすがたを変えるといたエネルギーの大きさを感得させるという指導の方向を忘れてはならない。

主体的な学習をねらった野外観察の指導

(1) 地域の教材としての常浪川^{とこみ}

常浪川は阿賀野川の支流で、福島県との県境に水源を発し、津川盆地を縦貫して津川で本流に合流する。途中柴倉川、小出川、音無川等の小支流がけわしいV字谷を作って常浪川に注いでいるが、常浪川そのものは、盆地内を流れているために段丘や河原が発達し、だ行もいちぢるしく、中流の様相を示している。

本流の阿賀野川は、津川の下流で揚川ダムができて以来、湛水区域となっているため、川のはたらきの教材としては適当でない。しかし、ダムによって阿賀野川の水位が高まったため、常浪川は、その合流の近くでいちぢるしくたい積作用を増し、中～下流の様相も観察できる所がある。

また、上川村から津川に至る間、その兩岸に広い河岸段丘が発達しているため、5年の地表の変化への発展的な取扱いができることも大きな利点である。

野外観察の学習を行なう地点として、合流点から約700m上流の、県道津川～鹿瀬線、城山橋付近

をえらんだ。この地点は、3学年で川原の石、川原の様子を観察学習を行なった所であり、3年の学習経験を活用するにもつごうよい所である。

城山橋の上・下流には、比高10mの低位段丘の下に100～200m幅で川原が発達し、その中で常浪川がだ行して流れている。川原の上手から下手へかけてのレキの粒度の変化、流速の変化、浸食がい、淵、瀬など、流れのはたらきと地形の変化の様子を観察しやすい。また河川の規模が比較的小さいことから、短い距離の間で同じような例をいくつも観察できることは、観察に対する客観性を育てるためにも有意義である。

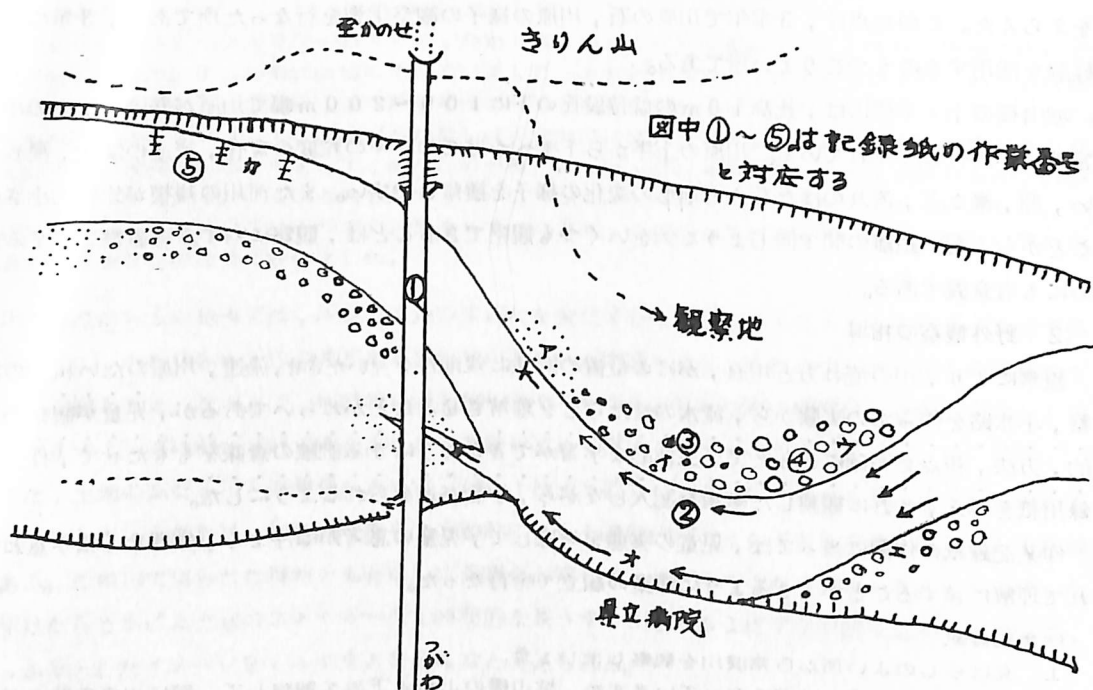
(2) 野外観察の指導

観察により、川の流れ方と川原、がけの位置の關係に規則性を見いださせ、流速、川原のたい積物の観察、小水路を作ったの実験から、流水のはたらきを理解させることがねらいであるが、児童が観察の目的、方法、視点を明確にとらえて、主体的な学習ができるようになる訓練の意味をもたせて、作業記録用紙を与え、これに観察した事項を記入しながら、学習が進められるようにした。

作業記録紙の作製に当っては、児童の実態を考慮して、児童の思考が順序よく、無理なく積み重ねられて理解に達することができるように作業の組立てを行なった。

作業記録紙

1. 見はらしのよい所から常浪川を観察しましょう。
 - (1) 川ぎしのようなすははどうなっていますか、城山橋の上流と下流を観察して、図に川原の所とがけの所を記入しなさい。(川原の所の印、がけの所の印)
 - (2) 川原になっているのは、川の流れがどうなっている所ですか。
がけになっているのは、川の流れがどうなっている所ですか。
 - (3) 川ぎしのようなすにこのようなきまりがあるのは、何のはたらきによるものでしょうか。考えたことを次にかきなさい。
2. 川原で、川の流れのはやきをしらべてみましょう
 - (1) ア～オ、で流れのはやきはどうか、図にかきこみなさい。
(流れのはやい所 → おそい所 → ほとんど流れていない所 → X)
 - (2) はかの所も見て次にかきこみなさい。
 - ・ がけにそった流れ
 - ・ 川原にそった流れ
 - ・ 両きしとも同じようすの所の流れ
3. 川原の砂や石についてしらべてみましょう
 - (1) ア、イ、ウの間をしらべて、砂や石の大きさがどうなっているか図にかきこみなさい。
(砂の所の印、小さい石の多い所の印、大きい石の多い所の印)
 - (2) 石の大きい所、小さい所、砂の所はそれぞれ川の流れがどうなっていますか。
 - ・ 大きい石の多い所は
 - ・ 小さい石の多い所は
 - ・ 砂の所ははかの所もそうになっているかしらべてみましょう。
4. 流れのそこに板をしいて、小石や砂を流してみましょう
 - (1) 流れのはやいときはどうですか。
 - (2) 流れのゆるいときはどうですか。
5. いままでしらべたことをもとにして、次のことを考えなさい
 - (1) 川ぎしのがけや、川原は、何のはたらきでどのようにしてできたものですか。
 - (2) 力のようなしかけは、何のためにとりつけられているのでしょうか。またこれはどのようなはたらきをしますか。



指導の形態は、現場に詳しい者が中心となって学年（三学級）単位で授業を行ない、他の学級担任はその補助に当るという方式をとった。

指導の順序は、作業記録紙の問題番号を追って行った。以下要点を略述する。

作業1については、城山橋（図中①）から上・下流を観察した結果を記録させた。川原およびがけの位置と、流れの屈曲の関係がいくつかの例からとらえられ、その規則性に気づかせることがねらいであり以下行なわれる作業のもとになる問題の提示に当るものである。

橋の上から概観できること、児童にとって身近な場所であることなどから、大部分の児童が図に記号を書き入れる作業を通して、この関係に気づかせることができた。

(3)については(1)(2)の作業を通して得られた川原及びがけの位置と、流れの屈曲との間の関係から、どうしてそのような規則性があるのかという疑問をもたせ、そこから場所による流れのはやさのちがいと、川原のたい積物の関係に目を向けさせるように意図した。ここでは、3年・川原の観察のときの経験を想起させながらグループで討議をさせた。

作業2, 3については、作業1で明確にされた問題を取り上げ、実際に調査させることをねらった。作業2では木片を投げてその流れる速さを比較させた。作業3はア～ウの間に砂から中レキに至る目だった連続変化があることから、特に粒径の測定などの統計的な取扱いはしなかった。

この二つの作業を通して、児童に流速とたい積物の粒度との関係に気づかせることができたが、これはそのまま流水の運搬作用、たい積作用を理解したことではない、この関係から流水のはたらきを理解させるために作業4の実験を設定した。

作業4, グループごとに河原に小さな流れを作らせ, 底に板, 下じきなどを敷かせ, ここに小石まじりの砂を入れてどうなるかを観察させた。

この段階では, 児童はすでに流速と, 流れる砂や小石の大きさの間にかなりの見通しを持って実験に当たっていた。また実験に用いて流れた砂が, 下流の屈曲部にたい積したのを発見し, 「あっ, 先生, 川原ができたよ。」と歓声をあげる姿も多かった。

作業5, はまとめのしごとで, 教室作業とした。

帰途, 橋の下流にある制水について, 二, 三の児童に (2) の質問を試みると, 川の流れをおそくして, 岸がけずられるものを防止する施設であると答え, 制水付近にたい積した砂を指して, 流れがゆるくなったためにつもったものだと指摘している。

3 反省と改善

児童が自然に対して主体的にはたらきかけて学習を進めていくにはどうすればよいのか, その手がかかりを見いだそうとこの授業を行なってみた。

思考の積み上げの面では, 作業と作業の間に検討の機会を入れることでおおむねうまく行ったように思われる。


作業記録紙を与えたことについては, 思考の各ステップを確実におさえる点で役立ったと考えられるが, 反面, 教師の考えが一方的に強くあらわれていて, 児童の創意を抑制するむきがあることが強く反省された。

個々の児童を把握することが難しい野外で, 児童が主体的に学習を進めることと, 児童の創意をのばすためには, この作業記録紙をどのように改善すればよいか検討してみた。改善の要点は, 指示を最小に止めること, 次の指示が児童に暗示を与えないように工夫することなどにより, 児童の創意をいかしながら所期の目的が達せられるように考えた点である。以下試案として示す。

作業記録紙 1 略 (観察現場付近の地形略図, 前掲ここに以下の観察を記録する。)

作業記録紙 2

1 見はらしのよい所から常浪川を観察して, 川ぎしのようなすを図に書き入れなさい。

(川原のところに。印, がけの所は  の印を書き入れなさい)

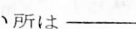


(1) 川ぎしのようなすと川の流れ方の間にどのような関係があるでしょう。

(2) なぜ川岸がそのようになっているかということは, 何をしらべたらわかるでしょう。

作業記録紙 3

2 川原で川の流れのはやさをしらべてみましょう。

(1) ア〜オで流れのはやさはどうなっているか図に書きこみなさい。

(流れのはやい所は  おそい所は  ほとんど流れない所は )


(2) ほかの所も観察して, 流れのはやさと川ぎしのようなすの間にどんな関係があるといえますか。

3 川原の砂や石についてしらべてみましょう。

(1) ア, イ, ウの間をしらべて, 砂や石の大きさがどうなっているかを図に書きこみなさい。

(砂の所  小さい石の多い所  大きい石の多い所 )

(2) 大きい石の多い所, 小さい石の多い所, 砂の所での, それぞれの川の流れはどうでしょうか,

2で記入した  とくらべて, どのようなことがわかりますか。

(3) なぜこのようになるのか考えたことを書きなさい。

作業記録紙 4

4 川原をほって小さな流れを作り, そこに板をしいて, 砂や小石を入れてどうなるか観察しましょう。流れのはやさを変えてやったとき, 砂や小石はどうなるでしょう。流れた砂はどうなりますか。

5. いままでしらべたことをもとにして次のことを考えなさい。

- (1) 川ぎしのがけは、どのような、川のはたらきでできたものですか。
- (2) 川原は、どのような、川のはたらきでできたものですか。

4 おわりに

児童が主体的に自然の中にあるいろいろな法則を見出すための活動をするようになるためには、指導する者の側で児童に対してどのようなはたらきかけをすればよいのか。その機会、その方法は、児童の実態、指導者の個性によって、いろいろと分かれる所であろうが、ここに掲げた試案は、一つ一つのステップで、観察の結果を吟味し、何をどのようにしらべたならば問題点があきらかになるかを考えさせることをねらったものである。

部分的にはまだ指示の細かい所もあるが、4年生の段階で自然をしらべる方法を身につけさせるための訓練として指示の程度を考慮したものである。

地域の素材と模式実験をとおしての教材組織化への試み

1 研究のねらい

「流れる水のはたらき」を取り扱うときに、指導に適当な素材に恵まれる地域は少くないのではないだろうか、かりに近くに河川があるにしても、これをどのように教材として利用するかなど諸々の困難性があるものと考えられる。

そこで、児童にとって身近にある、地域の素材を用い、さらに模式実験、A.V.教材をも利用して、小学校4年生の児童に「流れる水のはたらき」を水のエネルギーによる地表の変化としてとらえさせるための指導を試みた。

このように地域の自然環境(素材)の利用のしかたとその指導の方法を研究のねらいとした。

2 地域の素材

地域の素材として取り上げた「魚野川」は、越後山脈谷川連峰を水源として、北魚沼郡川口町までの全長6.9.5 Kmにもおよぶ、信濃川の支流のひとつである。

六日町地域では、たい積物は大レキ(円)が主体で、砂質、泥質のたい積物はほとんどない、上流に近い中流の川原の様相を呈しているところである。

流量は4、5月の融雪期を最高にして、年間の変化が比較的に少ない。また、清流であることから濁流時にみられるエネルギッシュな感じを与えてくれることもあまりみられない。

毎夏、水泳場として利用している河川であるため、川原の様子が年々少しずつ変化していることを、はやくから気づいている児童が多い。

① 観察の視点

- 清流であるので、流水中にみられる運搬物が少ないので、雨天の日または雨あがりの直後に観察させる。
- 水温は、真夏の最高でも22.3℃程度で、低いので、水中での観察、実験に長時間かけられない。このようなことから、現地では、問題をつかませること、この問題を解決するための資料を得ることにとどめた。

② 観察のコース

図に示したとおりである。A地点（坂戸橋）からB地点（銭淵）までをコースに選定した。

AからB地点までの兩岸は、コンクリート、土盛りなどの護岸堤防ができていて、任意のところで川原によりて観察することができる。

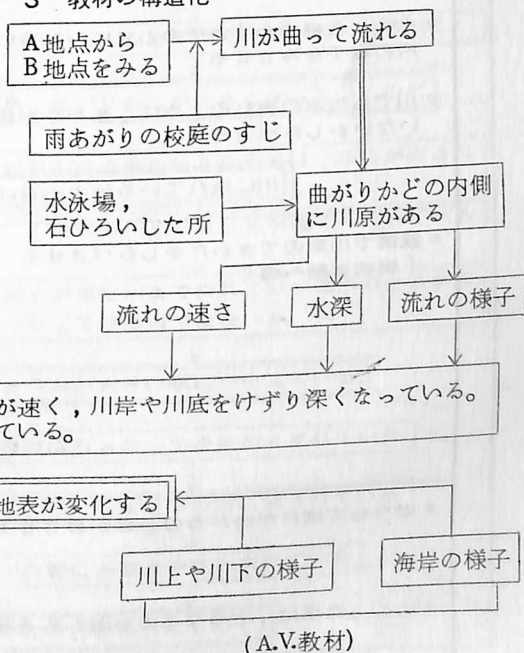
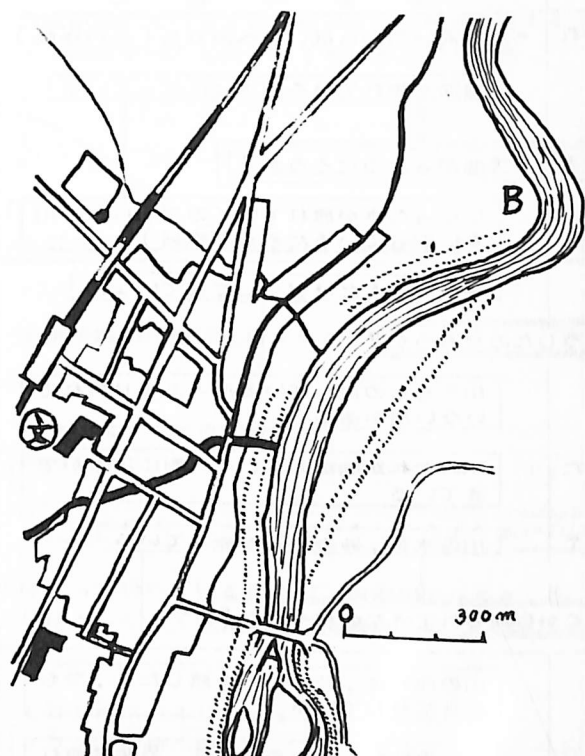
③ 川原の様子

坂戸橋上で展望すると、川のだ行、中洲、川原のあるところなどが観察される。右岸は、橋の上流から

下流にかけて長さ約400m、幅60～70mのはんらん原に耕地があり、その内側に、大レキ、中レキの川原が帯状につづいている。さらに、下流では一部堤防が切れて、その先が銭淵になる。銭淵では、この地域唯一の砂質のたい積物がみられる。

右岸では、橋より下流のはんらん原に水田が左岸とほぼ対角的につづいている。その先では、兩岸いっばいに川が流れ、そしてB地点の対岸へとつながっている。

3 教材の構造化



4 指導の実際

① ねらい

川原の様子やそこにたい積するものを観察して、流れる水の速さ、量と関係的にとらえさせ、土地の様子が流水の力で長い年月の間に少しずつ変化し、さらに、これからも変わっていくことを理解させる。

② 指導計画

第一次	魚野川の様子（野外観察）	90分
第二次	流水のはたらき（模式実験）	90分
第三次	川上や川下の様子（A.V.教材）	45分
第四次	海岸の様子（A.V.教材）	45分

③ 指導過程

教師の意図	児童の反応
<ul style="list-style-type: none"> 雨あがりの校庭にできた，砂や土の流がされたあとをみさせる <ul style="list-style-type: none"> ①くねくね曲がっている ②けずられた所，土砂のつもっている所 <p>平らなグラウンドを流れたのにどうして曲がったのだろうか？</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水は高い所から低い所へ流れる（先行経験） <ul style="list-style-type: none"> 地面を流れている雨水はにこっている <p>にこった水が流れていくのだから魚野川もにこっているだろう（推測）</p>
<ul style="list-style-type: none"> 魚野川でも同じようなことがみられないか，しらべさせる（野外観察へ導く） 	<p>学校で考えたほど，にこっていない</p> <p>にこった水は，どうしたのだろうか？</p> <p>川でも水の流れている所とあまり流れていない所がある</p> <p>川の流れが曲がっている内側に川原ができています</p> <p>川の水も，砂や小石を流している</p> <p>川に流れている砂や小石はどこから流されてきたのだろうか？</p>
<ul style="list-style-type: none"> 坂戸橋上から上流，下流を展望させる 	
<ul style="list-style-type: none"> 水泳した場所や3年生のときに石ひろいした所の様子をみさせる 川でも雨水の流れのように，土や砂が流れていないかしらべさせる 	<p>川の流れは，砂や小石を流したり，つもらせたりしている</p> <p>流れの曲がっている所では，外側は流れが速く深くなっている。内側は流れがゆるやかで浅い</p> <p>川の流れの速い所では，砂や小石が流されているが，ゆるやかな所になると砂や小石がつもる</p>
<ul style="list-style-type: none"> 銭洲で川原のできかたをしらべさせる（模式実験へ導く） 	
<ul style="list-style-type: none"> どうして流れが曲がるのか確かめさせる にこった水は，どうなるのか確かめさせる 砂や小石は，どこから流されてきたか確かめさせる 	<p>水の流れは，何かのきっかけで曲がりはじめ，そして，曲がりかたが大きくなっていく</p> <p>流れがゆるやかになるにつれて，小石・砂とつぶの大きい方からつもってくる</p> <p>川上の方から流れてくる。上流の川岸や川底がけずられたものだ</p>
(以下略)	

④ 指導記録

野外観察で知見したことだけでは、児童にとって考えが行きづまる。また、観察していくうちに新たに問題が生じてきた。

そこで、これらのことについて、児童の思考を進展させるために行なった模式実験で示した児童の思考過程を述べる。

学 習 活 動	思 考 過 程
<p>① 流れが曲がることを、どのようにして確かめるか 雨水が流れているときの様子に近い状態を考える ○ 土砂を平行に二列もり、それを川岸とする</p> <p>○ どうして、うまく流れないのか考える</p> <p>○ 排水路の内壁に土砂をもる</p> <p>(野外観察で知見したこと) 銭漕でみた川原でも、外側は岩山になっている</p>	<p>グラウンドに水を流してみたらどうか</p> <p>↓</p> <p>流した水が、地中にしみこんでしまう</p> <p>↓</p> <p>水を流す所を特別につくってみよう</p> <p>↓</p> <p>グラウンドに小川をつくって水を流してみよう → (水が川のように、うまく流れない)</p> <p>↓</p> <p>平らすぎて、だめなのだから、ほかの所でし らべよう</p> <p>↓</p> <p>ひょうたん池の排水路だとよいかもしれない</p> <p>↓</p> <p>小石やごみのところで流れが曲がっていく</p> <p>↓</p> <p>水の流れは、何かにあたると、そこから曲がりはじめ、曲がりかたが大きくなっていくのだ</p>
<p>② にごって流れている雨水が、魚野川でみると、そ れほどにごっていないわけを確かめる</p> <p>(野外観察をやりなおす) グラウンドの排水路をたどってみる</p>	<p>流れがゆるやかなところでは、小石が流され ていない (模式の川で砂より土が速くへ流れている)</p> <p>↓</p> <p>雨水が魚野川まで流れていく途中のどこかに つもっているのではないかな</p> <p>↓</p> <p>流れがゆるやかになるにつれて、小石・砂・土とつぶの大きい順につもっている</p> <p>↓</p> <p>両側にもった、土や砂がくずれている</p> <p>↓</p> <p>くずれた所より下の方に流されている</p> <p>↓</p> <p>川の底にある土や砂も流れている</p> <p>↓</p> <p>川上から流れてくる。上流の川岸や川底がけずられたものだ</p>

5 まとめと反省

児童自身に問題を見つけてさせ、それを解決させるという指導方法では、指導記録でもうかがえるように、いろいろ試行錯誤が繰り返えされ、指導計画で予定した時間で消化できない。しかし、児童自身が自分の頭で手で問題を解決しようと努力する過程に注目したい。

素材が、児童にとって水泳場であったり、石ひろいしたりした、なじみのある川原であったので、わずかな変化しか示さない流水のはたらきを野外観察と模式実験で無理なく感得できたと思う。

身近にある河川で知見したことをもとにして、上流や下流、他の地域の河川、海での様子へと、流水のはたらきを推察させていくことのほうが能率的であろう。この点から、AV教材が必要であり、効果的なものであると考える。

「川のレキの形や動き」に着目させた「川の水のはたらき」(小・4)の指導例

1 研究のねらいと視点

野外観察学習の効用が言われているが、せっかくのそれも地域が広範囲だとか教材として模式的な観察地点でないなどの条件もあって皮相的な指導にとどまり、「見せて—説明して—わからせる」ということになりやすいらみがある。しかし、問題解決学習を志向するからには、野外観察学習においても、児童自らが疑問を感じ問題を把握するとか、解決の方法についても考えるとか、また、観察事実にもとずいて推論するようになる指導のあり方を究明してみなければならないと思う。このことのためには、児童の「わかり方」の追求とともに、児童が、学習のねらい達成に結びつく「問題」をもつには特にどんな事象に注目させることが有効かについて研究してみなければならないと考える。この「問題」は学習の切りこみ角度であり、学習を貫き支える柱でもあると考えられるからである。このような考えにたって「川の水のはたらき」の野外観察学習を「川の石の形や動き」に特に着目させて指導してみたので、その実践の一端を報告する。

「川の石の形や動き」をとりあげたのは、次の理由による。

○児童は前学年の学習などで「川原の石が丸いのは上流から流れてきたからである。」ということを知らされている。しかし、レキが水に押し流されているようすを直接観察し確かめている者はほとんどないと思われる。まして、上流に見られる大きなレキが水に押し流されるなどということは、児童のすなおな思考からは納得のいかないことと考えられる。そこで、あらためてこのことに目を向けさせ、「おかしい。ほんとうに押し流されるのだろうか」という問題を強く意識させ、それを軸に学習をすすめて「水より重い石ころや大きな石が押し流されるのだから川の水の力はすごいものだ。」と流水のエネルギーの巨大さに気づかせていくことができるのではないかと考えるからである。

○流水の浸食・運搬・たい積の作用を考えさせるには、その基礎として、レキや土砂が流されることの確かなおさえがなければならないと考えるからである。

○川原のレキは、河川の中・上流であればどこでも観察でき、児童にとって親しみやすいものであると考えるからである。

2 野外観察学習を行なった場所

- (1) 阿賀野川……新津市中新田阿賀浦橋付近である。このあたりは阿賀野川の下流であり川幅も広い。
- (2) 早出川……(1)の観察地点の南々東約4kmの新津市新関地内で阿賀野川と合流する。この川での観察地点は、上流の村松町小面谷付近より田川内付近までの約4kmである。このあたりは(1)の観察地点に比べていわゆる谷間の川で川幅もずっとせまく、やゝ急流である。

3 指導の記録

(1) 指導計画

- 第1次……阿賀野川下流で川原のようすを観察する。
- 第2次……早出川上流で川の水のはたらきや平地の川と対比した谷間の川のようすを観察する。

○第3次……前次に現場で学習したことを，模式実験によってたしかめたり理解を深めたりする。

(2) 指導のねらい

- 川原の石は，川の水に押し流されてきたものであることを推論できるようにする。
- 川の曲った内側と外側では，流れの速さや水の量に違いがあり，川原のできるのはこれらに関係があることを考えさせる。
- 川のような観察や模式実験から，川の水には川底をけすったり，けすりとした石・砂・どろを運んだりそれを川底に積もらせたりするはたらきのあることを理解させる。
- 水のはたらきは，たえまなく行なわれ，しかも巨大なものであって，長い年月の間に土地のようすを変えていることを感じとらせる。
- 川原の大きなレキの流れてきた状態を絵にかかせて復元させる。

(3) 展 開 (第1次，第2次からの抜すい)

学習活動と指導の要点	教師の働きかけ	児 童 の 反 応
<p>(阿賀野川)</p> <p>1. 砂利採り場のある川原のようすを観察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○採取した砂利をふるい分けて山のように積んであるようすを見せ，その多量さを感じとらせる。 ○川原には砂・土・石ころがとて多くつもっている事実をたしかめさせる。 ○川原にはなぜ砂・土・石ころなどがつもっているのかについて問題をもたせる。 <p>2. 川底の小石や砂の動きと，それらの積もるようすを観察する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○砂利だけかな。 ○どう思いますか。 ○こんなにたくさんの石ころや砂・土などがどうしてここにあるのだと思いますか。 ○問題の整理をしてみます。 まず，ここにあるたくさんの石ころや砂はほんとうに水に流されてきたのかということ。もうひとつは，どうしてこちら(川原)にたくさんの石ころや砂がつもっていて，むこうはすくないのかですね。 ○石ころが水に流されているか調べてみましょう。どうやって調べますか。 ○(浅瀬で調べることを指示) ○(用意しておいたのぞき箱を使わせた。) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ものすごくいっぱい砂利があるのだなあ。 ○砂やどろもあります。 ○むこうの水がたくさん流れている方にも，砂利はあるのですか。 ○水の中にもぐってみればわかんと思います，ここ(川原)みたいに多くはないと思います。 ○砂や石ころがたくさんつもっていれば，水があんなにたくさん流れていないはずですよ。 ○どうして川原の方にだけたくさんつもっているだろう。 ○ずっと昔からあったのだと思います。 ○3年生のとき勉強したのですが，ここにある石ころはどれも丸い形でしょう。だから川上から水に流されてきたのだと思います。 ○秋葉山のがけで見た石ころも丸い形だったよ。川の石でなくても丸いから，やっぱり昔からあったと思います。 ○山の石は角ばったのも多いよ。 ○水より重い石ころがほんとうに水に流されてくるだろうか。 ○へんだ。 ○水の中に入って見ればよい。 ○石ころは流れていないよ。 ○あっ，重いから川の底で押されて動いているのだと思います。だから，川の底をのぞいてみればよいと思います。 ○はっきり見えない。 ○水中めがねみたいなのでみるとよく見えるもんだ。 ○小さい石つぶや砂がくるくる動いています。 ○動きながら押し流されているようです。 ○やっぱり石ころは流されていません。

○ どうしたのだろうね。

- きょうの観察では、それは、はっきりたしかめられませんでした。どうしますか。
- そういうところは、川のどこだろう。
- こんどは、ずっと上流へ行つて調べてみましょう。

(略)

3. 川原は、川のどんなところに行けるか調べる。

4. 学習のまとめをし残された問題を整理する。

(早出川)

1. 川ぞいに歩きながら前時に残された問題について観察する。

○ 川原のできている位置。川の流れが曲っている内側と外側での流れの速さの違いや兩岸のようすを観察させる。

○ 下流の川原での石ころの大きさや流れの速さ(傾斜)の違いにも気づかせた。

○ 川底の岩がけずられることを考えさせる。

○ この前の勉強のときにはっきりしなかったことを、観察したり調べたりしましょう。そのほか、阿賀野川——平地の川ですね——と比べて気がついたことがあったら話し合ってみましょう。

○ この川は水の勢いがいいようですね。石ころが押し流されているか調べてみましょう。

(道路が高くなり、眼下に川の流れが見渡せる場所です)

○ 川原のできている場所は、この前調べたことと比べてどうですか。

(川原におりて、方法については前次で学習している。)

○ がけのようすはどうですか。

(浅瀬の川底に、岸からつゞいている凝灰岩? がほゞ平らになっているのに注目させ、その岩にあがって観察させる)

○ おもしろいのが見つかったね。

○ なにが岩をけずったの?

○ 砂・どろ・小さい石つぶは押し流されてきたと思うけど、石ころはどうしてここにあるのかな。ほんとうにおかしい。

○ もっと水の勢いがすごければ、大きい石ころも押されて動いたり、ころがったりするんじゃないかな。

○ もっと水の勢いのいい川で調べてみたらかると思います。

○ ずっと川上の谷川のようなところがいいと思います。

○ 上流の方には、大きい石ころがあるそうだが、それも流されたのかなあ。

(略)

(略)

○ 水がきれいだ。

○ 阿賀野川より水はすくないが流れは早いようだ。

○ 川原の石ころは、阿賀野川でみたのより大きい。

○ とても大きい石が川の中にあるが、これらはほんとうに流れてきたのですか。

○ この川ではどんな大きさの石ころが押し流されているのか調べてみましょう。

○ 小さい石つぶや砂の動いているのが、とてもよく見えます。

○ やっぱ大きい石ころは流れていません。

○ でも、石ころを持ちあげてはなすと、押し流されます。大きいのはためです。

○ やっぱ曲って流れている内側にあります。

○ あっ、あそこもそうだ。

○ 内側と外側では、どっちの流れが早いかはっきり調べましょう。

○ 外側が速い。

○ こんどは、はっきりした。

○ 曲っている外側は、がけにぶつかるように流れている。

○ ごつごつしているみたいです。

○ えぐられたような感じです。

○ がけのあたりは、青くてものすごく深いようです。

○ でこぼこやとんがりがありません。

○ 川の中の岩や岸の岩とちがって平らです。

○ すじがある。

○ 穴があいていて、石ころが入っています。

○ おもしろいのだ。だれか入れたのかな。

○ 本で読んだのですが、でこぼこがけずられて平らになったのだと思います。

○ 水です。

○ かたい岩がけずられるだろうか。

○ よくわからないなあ。

○ 石ころが流れてきたのだとすると、穴の中へも入るんじゃないですか。

2. 観察したことについてまとめをし、それにもとづいて問題のことを話し合う。

◦ 観察した事実にもとずき、自由な考えを述べさせる。

◦ 川の石ころが押し流される状態を絵で表わさせ、それについて話し合う。

(観察したことのまとめについては略す)

◦ 最初の勉強のときの2つの問題について、こたえが出ましたか。話し合ってみましょう。

◦ どんなとき押し流されるのかを、これまで調べたり話し合ったりしたことをもとに、めいめいで想像してみましょう。そして、それをかんたんな絵にあらわしてみなさい。

◦ 絵を見せ合いながら、めいめいの考えを発表してみましょう。

◦ 長い間に、そういうことがくりかえされたとしたら、けずられそうですね。

◦ 曲った流れの内側に川原ができるのは？

(以下略す)

◦ 石ころも流されるかというのは、大きいのが流れているのは見れなかったが、ほんとうだと思います。

◦ 木みたいに浮かんで流れるのではなくて、押されるのだと思います。なぜかというときさっき川に入ったとき足が流れに押されて歩くのに力をいったからです。

◦ 持ちあげた石ころがそのまま沈まないで川下の方へ押されながら沈んでいったのもそれだと思う。

◦ 水の勢いが強いと押す力も強くなって流れるのだと思います。

◦ (思い思いに、各自のイメージを絵にかく)

◦ ぼくは大水みたいにいっぱいの水が流れるときだと考えました。

◦ 水は多くても、ゆるやかな流れでは沈むから勢いも強いときだと思います。

◦ さっきの岩も、石ころが勢いよく押し流されてきたので、こすられてけずられたのだと思います。

◦ たくさんの石ころや岩が押し流されるほだから、ものすごい力だと思いました。

◦ 水害の時の新聞に、大きな岩や石ころがたくさん押し流された、写真ののっていました。

◦ 内側は水がすくないし、速さもおそいから砂や石ころが流れないでだんだん積もったのだと思います。



4 反省と今後のこと

「川の石ころは、ほんとうに水で押し流されてきたものか」「川原には、なぜ石ころや砂が多くつもっているのか」ということを、問題の軸にして学習がすすめられたが、観察事象からはその推論にやゝ無理もあったように思うが、経験なども生かして児童なりの推論を働かせることができたのではないかと考える。結局、レキが押し流されることについての児童のもったイメージは、上述の展開や絵でもわかるように、「大水」の状態であった。今後、このイメージをさらに模式実験などで確かめさせながら浸食・運搬・たい積作用の現象について理解を深めさせていきたいと考えているが、このイメージ

を基礎に、児童がどのように関係的思考をすゝめるものかについて調べてみたい。

信濃川の資料を利用した川のはたらきの指導

1 ねらい

川のはたらきの指導では、事実の観察と資料による考察はともに欠くことのできないたいせつなことからである。

この指導は、資料を利用して川のはたらきを理解するのに必要な、非常に長い時間や広い空間、巨大なエネルギーといった概念をできるだけ具体的に把握させ、川のはたらきをこれからの時間、空間、エネルギーの概念から総合的に理解させることによって、自然を統一的に考察できるようにすることをねらいとしている。

2 信濃川の資料を利用した川のはたらきの指導

問題提起・学習課題	予想される生徒の反応・学習内容	資料
① 白根市はどんな地形のどこにあるか、また新潟平野（ここでは信濃川流域にある新潟平野を示す、以下同じ）はどうしてできたか、考えさせる。	① 白根市は新潟平野のはば中央にあって、そこには信濃川と中ノ口川が流れていること、新潟平野は三方を山で囲まれ、一方は海に面していることに気づく。また新潟平野は昔沼や海であったところが、信濃川などによって埋め立てられてきたのではないかと気づく。	A 信濃川下流地形図
② 新潟平野の成因を調べるにはどうしたらよいか、考えさせる。	② 化石やたいせき物などから調べられるのではないかと気づく。	B 新潟平野地質概念図
③ 資料Bと新潟平野のボーリングによるたいせき物のサンプルを提示、新潟平野の形成について推測させる。	③ たいせき物が現在の信濃川の土砂と似ていることから、新潟平野は信濃川のたいせきによってできたのではないかと、また新潟平野は淡水、海水の両域にわたってたいせきしており、そのところは温暖な気候と寒冷な気候が交互にやってきたこと水流にも変化があったことなどに気づく。たいせき物は意外に厚いことから、これだけたいせきするには、相当長い時間かかったのではないかと推測する	
④ 新潟平野はたいせきするのにどの位の時間がかかったか、それを調べるにはどうしたらよいか、考えさせる。	④ 新潟平野の広さと信濃川河口から毎年流出する土砂量から計算できるのではないかと、気づく。	C 新潟、長岡20万分の1地形図
⑤ 新潟平野の広さはどうして調べられるか、その広さはどの位かを考えさせる。	⑤ 方眼法によって調べられることに気づく。方眼法によると信濃川流域にある新潟平野の広さは約1100Km ² 、白根市の面積（約79Km ² ）の約14倍にあたる。	
⑥ 信濃川河口から毎年流出する土砂量は約800万m ³ 、1200万tと推定される。この量を具体的に把握するにはどうしたらよいか、考えさせる。	⑥ すでに経験している他の具体的な事物と比べてみることに気づく。たとえば1200万tは、積載量10tのトラックでは120万台分になる。このトラックの長さを約10mとして続けると1.2万Kmとなり、地球を1/3近く回ることになる。	
⑦ ⑤と⑥から新潟平野のたいせきに要した時間を考えさせる。	⑦ 新潟平野の広さ1100Kmと毎年流出する土砂量800万m ³ から、新潟平野は1年間に約7.3	

④ 資料Bの ^{14}C による絶対年代の測定から、新潟平野のたいせきした時代について推測させる。

⑤ 1.9万年とはどの位の時間か具体的に理解するにはどうしたらよいか、考えさせる。

③ 信濃川は現在もたいせき作用を続けているのだろうか、それを調べるにはどうしたらよいか、考えさせる。

② 資料E、Fを提示、寺泊海岸の発達について推測させる。

② 資料G、Hを提示、新潟海岸の決壊原因と関屋分水計画の意義について考えさせる。

④ 新潟平野をたいせきした土砂はどこから運ばれてきたか、信濃川の上流ではどんなことがおこなわれていたか、推測させる。

② 上流での信濃川のはたらきによる地形の変化を調べるにはどうしたらよいか、考えさせる。

② 地形図の実習から、上流における信濃川のはたらきを推測させる。

⑤ 新潟平野のたいせき物の大部分は粘土や砂である理由と、その莫大なたいせき量はなに起因するか、考えさせる。

② 資料Kを提示、信濃川の運搬するレキの大きさについて考えさせる。

たいせきし、たとえば140mたいせきするの
に約1.9万年かかることを知る。

④ 資料Bの①③、①④の絶対年代(19500±600)と⑤の計算の結果がほぼ一致していること、しかし新潟平野のたいせきは様におこなわれたのではなく、断続した時代のあったことなどに気づく。

⑤ 数直線にモデル化することを考える。たとえば100年を1cmの長さであらわすと、江戸幕府の大政奉還(約100年前)は1cm、聖徳太子の大化の改新(約1400年前)は14cm、日本に農業の始った弥生時代(約2000年前)は20cm、1.9万年は190cmとなる。

③ 海岸に定点を設けることによって、海岸線の変化が調べられることに気づく。

② 大河津分水以後急激に発達してきたこと、河口の南側より北側の発達の著しいのは海水の流れが影響しているのではないかと気づく。

② 大河津分水や新潟港の突堤の完成が、新潟海岸を後退させた原因のひとつでないかと考える。関屋分水計画は寺泊海岸の発達から考えて、新潟海岸の決壊防止、新潟港の水深維持、そして信濃川下流一帯の地域を水害から守るのに役立つと考える。

④ 新潟平野のたいせき物は信濃川の上流で浸食された土砂であること、信野川の上流でも新潟平野のたいせきと同様に、長い時間と広い空間にわたって地形の変化がおこなわれたのではないかと、ということに気づく。また上流では浸食、運搬作用のほかにはたいせき作用もおこなわれていたのではないかと考える。

② 地形図によって調べられることを知る。

② 地形図の実習(等高線の見方、りょう線と谷線、カルド、V字谷、扇状地、河岸段丘、自然堤防など)から、信濃川は広い流域にわたって地表を変化させてきたことに気づく。

⑤ 下流の平野部では上流の山地に比べて水の流れが遅く、重いレキを運ぶことはできない、上流のレキは下流に運ばれてくる途中でこわされる、従って上流には大きなレキがあるはずだ、また莫大なたいせき量はおもに水量によって決まるのではないかと考える。

② 上流で運搬されるレキは意外に大きく、その大きさは川底の傾斜や運搬される距離に関係すること、津南付近のレキは長野付近のレキより大きいことから、その供給源は広い流域にわたって

資料B

D 時間の
モデル化

E、寺泊海
岸汀線変化
図

F 寺泊浜
汀線前進量
図

G 新潟海
岸明治37
年水深図

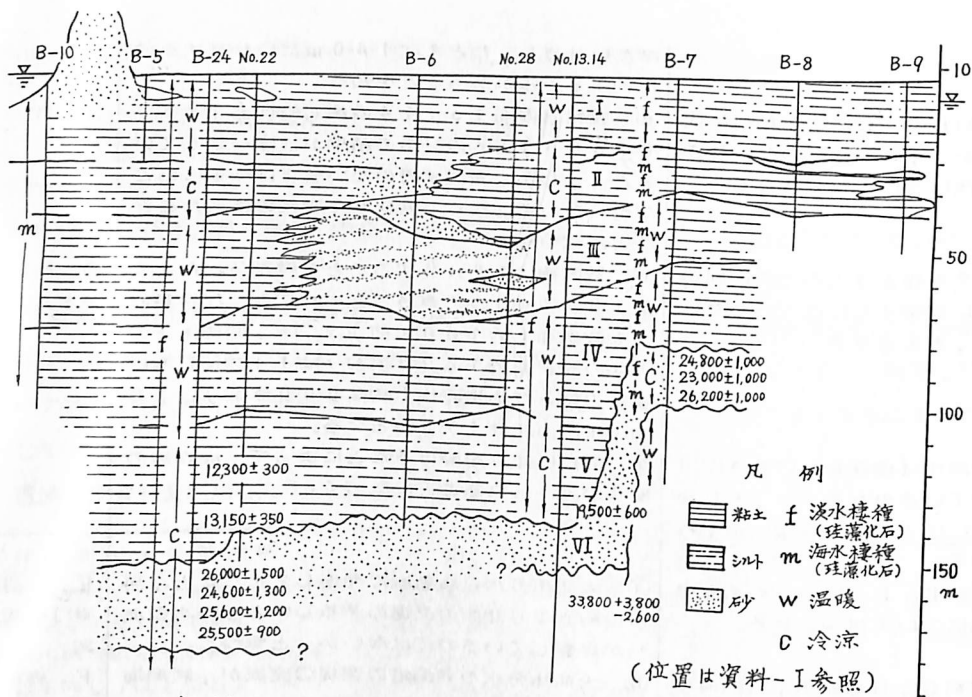
H 東西新
潟海岸一般
図

I 信濃川
流域図

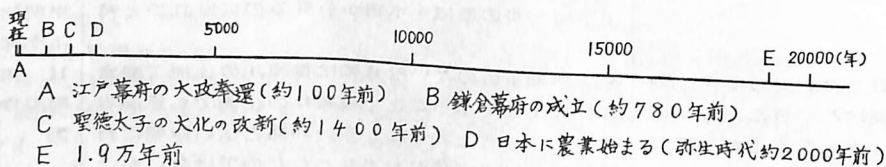
J 上高地
松本、長野
十日町の5
万分の1地
形図

小千谷、千
手の2万5
千分の1地
形図

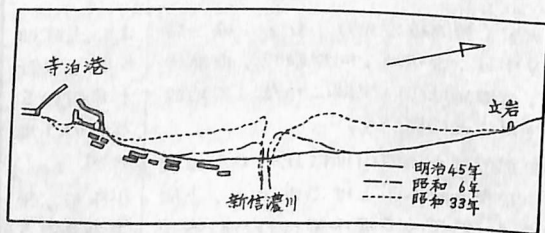
K、信濃川
の勾配とレ
キの大きさ



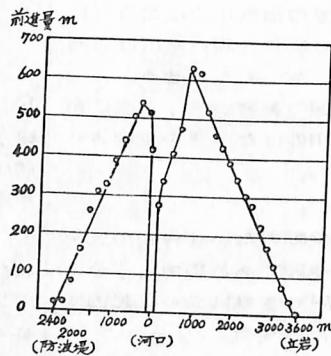
資料-B 新潟平野地質概念図



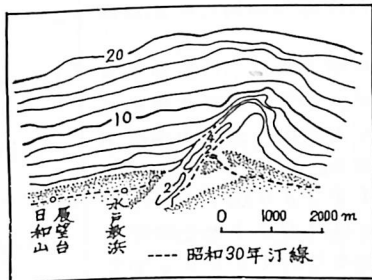
資料-D 時間のモデル化



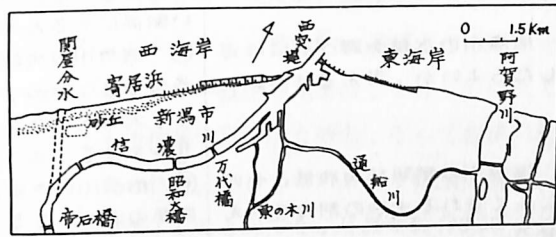
資料-E 寺泊海岸汀線変化図



資料-F 寺泊浜汀線前進量図



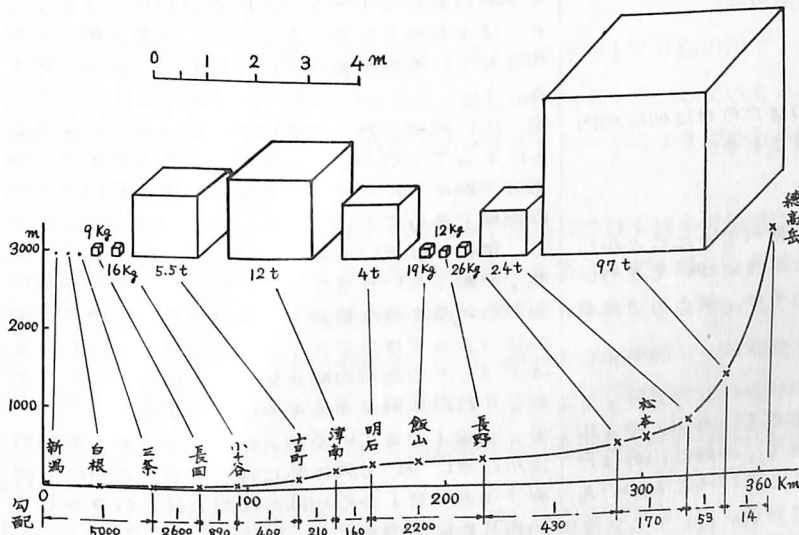
資料-G 新潟海岸明治37年水源図



資料-H 東西新潟海岸一般図



資料-I 信濃川流域図



資料-K 信濃川の勾配とレキの大きさ

⑤ 信濃川の水量を調べるにはどうしたらよいか、考えさせる。

⑥ 信濃川の年間総出流量とその中にふくまれる土砂の割合を考えさせる。

⑦ 信濃川の流量の変化を調べるにはどうしたらよいか、流量の変化によって運搬される土砂はどう変わるか、考えさせる。

⑧ 信濃川のはたらきは何に起因するか、考えさせる。

⑨ いままで調べてきたことから信濃川のはたらきについてどういうことがいえるか、まとめさせる。

⑩ 映画「生きている川」や「川と平野」を見て、一般に川のはたらきについてどういうことがいえるか、考えさせる。

ることなどに気づく。また川底の傾斜と流速は深い関係にあると考える。

⑪ 信濃川の流域面積と年間降水量から計算できるのではないかと気づく。日本では降水量のうち、大気への蒸発分を除くと河川への流出率は70～90%であることを知る。

⑫ 信濃川の流域面積(12260 Km²、これは新潟県の面積12575 Km²には近い)とその年間降水量(たとえば長野、松本で約1000、小千谷3000、三条2400 mmで平均1800 mm)から流域の年間総雨量は約227億m³となる。また最近の信濃川の年間総出流量は約20億m³(新信濃川100億m³、旧信濃川河口100億m³)、年間流出土砂量は約1200万t(新信濃川900万t、旧信濃川河口300万t)と推定されていることから、信濃川の土砂を含む割合は0.6 g/l(新信濃川0.9 g/l、旧信濃川河口0.3 g/l)であることを知る。信濃川の流量は絶えず変化しており、洪水のときなど最も大量の土砂を運搬するのではないかと考える。

⑬ 流量の急激な変化は降水量の急激な変化によることに気づく。毎年融雪出水は3、4月に、夏期洪水は6、7月に、その他台風による洪水があること、流量の変化も大きい(たとえば小千谷の年平均流量は505 m³/secであるが、最大流量は3889 m³/sec、最小流量は29.9 m³/secである)ことを知る。また洪水時には運搬される土砂量は急激に増加(日本では洪水時にふくまれる土砂の割合は1～5 g/lといわれる)し、ときには土石流となることを知る。流量を絶えず変化させている降水量は何に原因しているかを考える。

⑭ 広い流域の降水が低い所へ集って川になることによって、そのはたらきが生ずると考える。降水は太陽エネルギーによる水の循環運動のひとつの過程であることに気づく。

⑮ 信濃川は広い流域と長い時間にわたって、浸食、運搬、たいせき作用をくり返し、その結果現在見られるような新潟平野をはじめいろいろな地形をつくってきたこと、信濃川の巨大なはたらきはすべてその流域の降水量がもたらしたものであり、それは太陽エネルギーに起因すること。

⑯ 映画「生きている川」のモデル実験から川のはたらきについて具体的に理解するとともに、映画「川と平野」から川はみな同じはたらきをしていることに気づく。

I の資料

L 昭和42・8・28 水害の土石流の写真

M 太陽エネルギーによる水の循環図

N 「生きている川」教育映画配給社14分
O 「川と平野」学習研究社12分

3 まとめ

この指導では時間、空間、エネルギーについての概念を具体的な数量から把握させようとした。生徒

はその数量の非常に大きいにおどろいたけれども、その大きさを具体的に想像することは困難であった。そこでこれらの数量を生徒の経験している事物やモデルなどから具体的に理解させることにはかったわけである。スケールの非常に大きな時間や空間、エネルギー概念の指導は、やはりいわれているように観察などによる具体的な概念からモデルなどによる半抽象半具体的な概念、そして想像や思考による抽象的、客観的概念へとすすめることがたいせつと思われる。そしてこのような概念を得ることによってはじめて「川のはたらき」を地学的なスケールで理解することができ、自然を総合的に、そして統一的に考察することができると考える。

川のはたらきの指導も実際に川のはたらきを観察し、それを実験によってたしかめることが基本である。しかし資料の果す役割も極めて大きい。それは生徒の経験や概念を拡大し、教材の本質的理解に欠くことのできないものである。探究の科学では資料の収集や情報の処理はたいせつな科学の方法であるけれども、地域の素材を利用して指導する場合にその資料は意外に少ない。これからの探究の過程を重視する指導では、地域の素材についての資料の収集やその開発は今後の研究課題のひとつであると考える。

文 献

- 新潟県土木部河川課編：旧信濃川閘屋分水調査報告書（1960）
北陸農政局信濃川水系農業水利調査事務所：新潟地盤沈下対策調査資料（1968）
藤本治義・柴田秀賢編：地質学ハンドブック（1967）朝倉書店
新潟県：8.28 水害の概要（1967）
東京天文台編：理科年表（1968）丸善KK

測定値を重視した「流水のはたらき」の指導

（糸魚川市姫川地域）

糸魚川市の西部を流れる姫川は、長野県の北部に源を発する延長約120kmの川で、この間に白馬山ろく2500mの高地より流れ出している松川はじめ、険しい山地より流出している20数本の支流を持っている。川の下流は、この山地より運搬された大小さまざまなレキにより埋められ川原も発達している。

川口より20km根小屋付近までは、川幅が400mあり、流路の分岐も盛んで川原には長径1mの巨レキも点在している。普段は流量の少ないこの川も、降水期には急に水量を増し、流路も変り、レキが多量に海岸まで運搬される。このためこの地域の海岸線は総べてレキ浜になっている。

中学1年「流水のはたらき」を指導するにあたり、この川原および海岸のレキの粒度・重量調査、川の流速・流量・流圧測定などの実測値をもとにした具体的な事実より、現在のこの地形に至るまでの経過および流水の巨大なエネルギーがはたらいていることを推察させることをねらいとした。

1 素材の教材化

今井橋付近より河口までの3.25kmは、河床勾配が約1/100で普段の流速は約1m/sec、流れの中心部の流圧が約1kg/m²、流量が4.4m³/secである。またレキの比重は1.6～3.4で、枠法によるレキの重量調査においては、今井橋で130kg/m²、河口で100kg/m²である。またこの川原には長径1m、500～600kgの巨レキが点在している。これらのことを調査測定して、この巨レキが運搬

されてくるまでの流速は今の何倍くらいあったか、この川原や海岸に敷きつめられているレキが運搬されるのにどれ程の流速の力がはたらいたかなどを合わせ考えさせる。



図一 1 姫川今井橋付近の川原



図一 2 糸魚川市のレキ浜

2 実践記録

つぎの授業記録は、野外学習で得た資料をもとに、話し合いにより分析検討していった過程の一部である。指導の構想、指導計画、生徒の実態、野外学習の記録などは紙面の都合で省略する。

授業記録

- T 9月下旬に行なった全校炊飯のかまどの跡を調べましたね。自分たちの班のものはありましたか。
- P ありました。
- P 場所の様子が変わっているのかわからなかった。
- P 2つの跡とも無くなっていた。9月にはあんなに石がごろごろしていなかった。
- T 中州の高い場所に作ったものは残っていましたが、川の水の近くのものはみんな無くなっていましたね。
- T どうして川原の様子が変わったのですか。
- P 全校炊飯の後、大雨が降ったことがあるが、その時の洪水で流されたのではないか。
- P 僕たちの班のところは、中州がくずれて砂や石をかぶったようだ。あのかけに作ったのだから。
- T そう、中州がくずれていましたね。
- T それでは、流水ということから今の話をまとめるとどうなりますか。
- P 大水で、石が流されたり中州がくずされたりして川の様子が変わってくる。
- P ただ中州の上までは水が流れない。
- T 中州の上にはカワラグミの木がはえていましたが、中州はどうしてできたものですか。
- P むかしはあの場所がふつうの川原だった。だからレキがたくさんある。
- P 今回の川面はレキや砂が運ばれて下ってきたのではないか。
- P 中州には草や木がはえているから相当前にできたものだ。
- T そう考えてよいと思います。
- T それでは、流速や流量・レキを調べてきましたが、その結果から川についてもっと詳しく考えてみましょう。
- T 流速について調べましたが、それからどんなことが言えると思いますか。
- P 今井橋が $5.7 \text{ sec}/50 \text{ m}$ 、河口近くが $5.2 \text{ sec}/50 \text{ m}$ 、河口が $6 \text{ sec}/10 \text{ m}$ で、河口が最も速い。
- P 河口が速いのは川幅がせまいからだ。
- P 川幅にも関係するが、水深にも関係する。
- P 川の端は流れが遅くなる。真中が $5.7 \text{ sec}/50 \text{ m}$ のとき、端から 2 m のところで $8.2 \text{ sec}/50 \text{ m}$ であった。
- P 今井橋と河口では、もっと流れ方に差があると思ったが、似たようなものであった。
- T 今井橋では、中州がくずされてきていましたが、河口にも中州がありましたね。
- また河口の川幅はせまくなっていますがそれについてはどう考えたらよいと思いますか。
- P 海岸が石原なのは、大水のとき川から運搬されたもので、普通は砂や泥が運ばれている

と考えてよい。海に流れ出す水がにごっていた。

P 水の流れが、海水や波のために流れられず ゆっくりになり、運んできた砂や泥が積って川底が浅くなったり、中州ができたり、河口がせばまったと考えられないか。

P 流れの速い河口の内側はずっとゆるやかに流れていた。

P 河口がせばまったのは、海水も砂やレキをたい積していったためだと思う。

T 今、話し合ったことをまとめるとどうなりますか。

P 今井橋から河口近くまでは、流速はおおよそ 1 m/sec でゆるやかだが、砂や泥は運搬している。

P 河口では海水との関係で砂や泥やレキがたい積しやすい。

T では、運搬作用に関係の深い流水の圧力や流量を調べましたが、その結果からどんなことが言えると思いますか。

P 流圧を測定したとき、はかりの指針が静止しないことから、流速はいつも変っていることを知った。

P 流圧は、今井橋も河口近くも川の中心部では $0.6 \sim 1.1 \text{ g/cm}^2$ の間であった。

P 川岸近くではずっと小さくなった。

P 川岸だけでなく、川底でも小さくなると思う。

P あ、そうか、川の中の石が転がるのは上の方がよけい押されるからか。

P 石が転がるのは、川底の傾きもあるし、石の形にも関係があると思う。

T そのとおりです。石の転がりには、そのほかに比重も関係してきます。

(流量が測定によると今井橋付近と河口では大差なく、 $4.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度であったことについて話し合う)



図一 3. 姫川の河口付近のスケッチ

T 石の運搬という話しも出てきましたが、測定した巨レキはどんな環境のときに運搬されたものか考えて下さい。

水中の石の受ける流圧は、速度の2乗に比例し、石の横断面積に比例することから考えて下さい。

P 河口の巨レキは4人でも転がせなかったからずいぶん重いだらう。

P 重さは1tくらいか。

P 10tのダンプカーには、20個くらい積んでいるから500kgくらいだらう。

P 計算すれば出せる。姫川の石の比重を測ったとき2.7~2.9くらいのものが多かった。

P 中には、1.6や3.4というのもあった。

T 測定した巨レキは石英はん岩ですが、小石で測定した比重は2.86でした。

P 比重を2.9として計算すると、今井橋で測ったものが、 $80 \times 40 \times 30 \text{ cm}$ だったから278.4kgだ。

P 河口近くの石は、 $90 \times 55 \times 40 \text{ cm}$ だから574.2kgだ。

P 川下の方に大きい石があったのは、どうしてだらう。理屈があわない。

P 1m枠でレキの調査をしたとき、河口では 1 m^2 中に100kg、今井橋では130kgであったから、今井橋の方が全体的には大きいレキがあると考えてよい。

T 今回調べた巨レキの大きさの比較では、河口近くに大きいものがありましたが、次の洪水ではどうなるかわかりません。枠法では 1 m^2 のレキの重さが山本付近で147kg、根小屋219、小滝396、平岩814という調査が科学クラブで行なわれています。

すると上流はどレキが大きくなっていると考えてよいと思います。

T さて、あの巨レキは川がどんな状態のとき運搬されたものでしょうか。

P 575kgもある石は台風のあとの洪水のときしか運搬されないのではないか。



図一 4. 今井橋(左)・河口付近のレキ

P 流圧が断面積に比例することから考えるとどうなるかな。

P 断面積が $90 \times 55 \text{ cm}$ とすると575kgだから 116.1 g/cm^2 になる。

P 石は川の中では軽くなるだらう。

T 洪水のときの泥水の比重は1.8~2.0くら

いですから 1cm^3 2 g は軽くなると考えてよいと思います。

P あ、そうか、それで計算すると $36\text{g}/\text{cm}^3$ の流圧になる。

P そうすると流速の2乗に比例するのだからどうしたらよいかな。

P 今の流速が約 $1\text{m}/\text{sec}$, $1\text{g}/\text{cm}^3$ の流圧とすると、流速が6倍になれば $36\text{g}/\text{cm}^3$ の流圧になる。

P これでよいかな。

T 理論的に考えてきましたが、レキが流れるときには、河底の勾配、河底の摩擦、レキの形など複雑な要素が関係してきます。計算式はむづかしくなりますが、今の流速の3〜3.5倍になれば流されます。

P すいぶん早いんだな。

P² 実感としてわからない。

P 大水のとき流されるか行って見なければ、ちょっと想像ができない。

T 一般に中学生が流速と運搬レキの大きさとの関係を調べるには、大水のあとで行って見たり、レキに印をつけておいて、流速がどれ程のときどこまで流されたかを測定したりする方法があります。

P 僕たちも調べてみたいな。

T 流速が増したり、水量が増すと危険ですからじゅうぶん注意して調査してください。

T 巨レキばかりでなく、枠法によるレキの調査も行ないましたが、その結果を、今調べた巨レキの結果と比較するとどうなりますか。

P 今井橋から下の川原や海には、長径6〜1

3cm程度のレキが最も多かったが、この1〜3kg程度の石は、今より少し水量が増せばじきに流されることになる。

P 全校炊飯のときと川原の様子が変わっていた訳がわかった。

P でもあのレキ全部の重さは、ものすごいだろう。

T 今井橋から下流と海岸の表面に出ているレキだけを集めるとどれくらいの重さになりますか。

P 平均のレキの重さを $120\text{kg}/\text{m}^2$ として、川の面積が $3.250\text{Km} \times 0.4\text{Km}$ だから、……
 156000t だ。

P 海岸は、押上まで4Kmだから400tくらいだ。

P これをダンプカーで運ぶとどれくらいになるかな……10t車で16000台だ。

P これは表面だけのレキを考えたものだから下にあるものも考えるとすごい台数になる。

P レキは今井橋より上流にもあるし、上流に行く程大きくなるから、川の運搬する量はたいへんなものだ。

P レキだけでなく砂や泥も運搬してくる。

T こうして考えてみると流水の運搬する力は想像できないような大きいものだということがわかります。

○このばく大量のレキや砂・泥を川の水はどこから運んできたか。

○このレキや砂・泥を運ぶ水はどこからきたものか、などから地形を変化させる川の水は、太陽熱が関係していることに気づかせる

3 まとめと反省

地質教材におけるエネルギー概念の指導というような、抽象的な概念指導を行なう場合には、先ず地域の素材を教材化し、生徒が汗と根気により得た資料をもとに、具体的事象を分析し、それを基準として拡大し概念化することが、理解への近道と考え実践してみた。

今回の学習に、限界流速測定式を利用して巨レキの運搬流速を測定することは、発達段階からして無理なため、結論を出すまでに至らなかったが、資料を求め、これを分析し、考察する過程において生徒は具体的事象について、数量的処理を行ない、それから考えれば今までの空想の範囲を出ず意識しなかった巨大量の観念も身近に感ずることができるという自信が芽生えたように思われた。

しかし、綿密な指導計画のもとに現実より細かなステップで間口を拡大し、一般化していかなければ生徒を意識づけることはできない。

今回の指導において、量的処理を中心にしたためか、生徒は細かな数量にとらわれすぎ、概括することに欠けていた。また探究しようとする態度に不なれで、この面での今後の訓練が必要であることを感じた。

河岸段丘を通しての「流水のはたらき」の指導

—エネルギー的な見方・考え方の拡大をめざして—

1 地域の素材と指導主眼

第四紀形成として最も注目すべき地形の形成は平野、河岸段丘や海岸段丘であろう。このうち、河岸段丘は小千谷市付近においても特に信濃川流域にその発達が著しく、流路の蛇行により左岸にかたよって分布し、非対称地形をつくっている。なお、地盤隆起による河川の回春から、段丘面は3～5段に区別でき高位・中位・低位・沖積の各段丘が豊富に存在している。また、段丘崖・切通し・開析谷などに露頭が散在していることから、段丘断面・第三紀・第四紀の地層との不整合などについての観察が容易であり、地質学的（第四紀研究上）にも恵まれた地域環境にあるといえることができる。

この地域素材である河岸段丘を通して「流水のはたらき」を指導することによって、変化の要因を探究し洞察する能力を育成するとともに、自然のもつエネルギーの概念形成をいかに図るべきかを、教材化の方向から考察検討を加えてみた。従来、やゝもするとこの「流水のはたらき」の指導にあっては、現象面のみに重点がおかれ、平面的・ら列的指導に陥りやすく、自然への統一的理解への深まりがおろそかにされていたきらいがある。地学指導の目標は、探究の方法を会得させると共に、具象物の観察・測定・推論を通して広大な空間・地質学的時間・自然のもつエネルギーの巨大性を認識させることが重要なねらいでなければならない。特にこの河岸段丘による上記諸概念の指導にあたっては、流水の営力（太陽エネルギーによる水・熱収支に起因しての外因的営力）、地殻の隆起（主として内因的営力による地殻変動）、海水準変化（外因的営力に起因する）の相互作用によって形成変容された現象であることの認識を指導の主眼におき、自然を総合的・統一的に把握させることを主たるねらいとしたい。

2 教材化の方途

(a) とりあげた視点

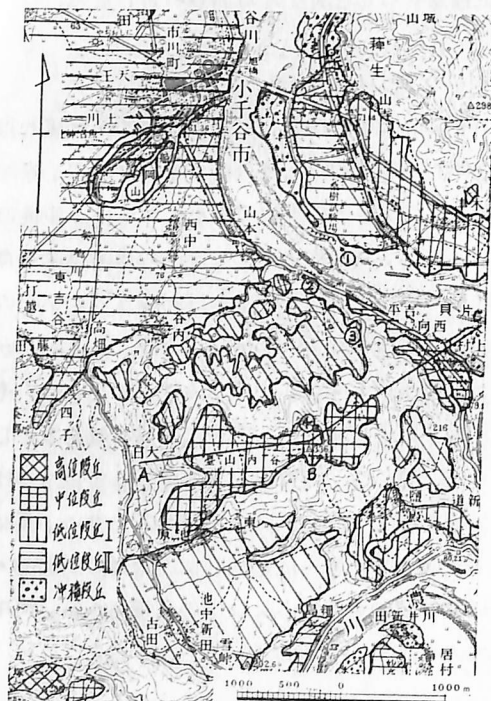
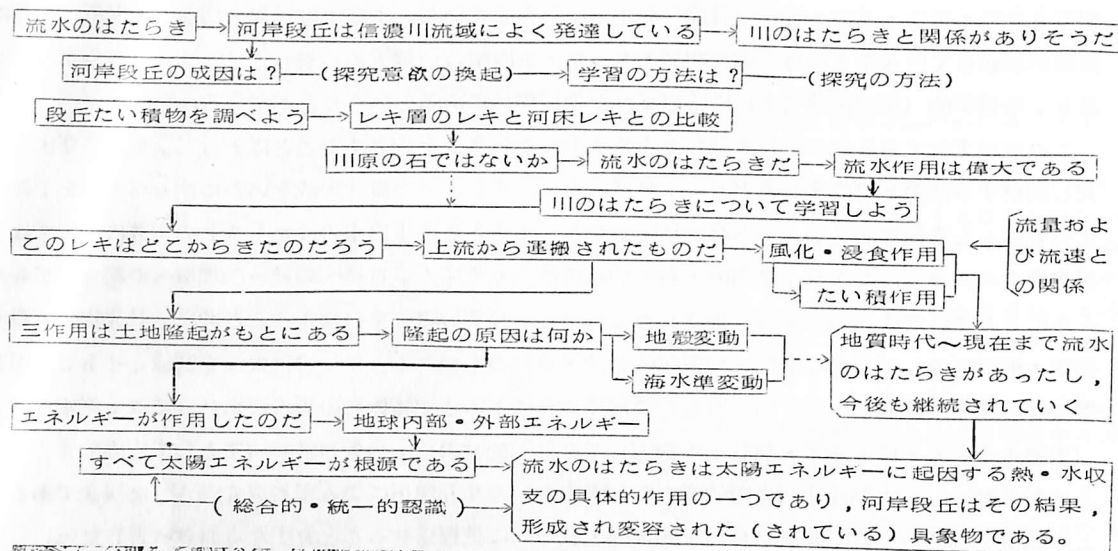
上記の指導主眼に立脚した場合、従来多くとられた河川そのものを直接対象とする平面的・直接的指導方法から脱脚し、河岸段丘を通して流水のはたらきを立体的・地史的にとり扱うことによって、自然をより総合的・より統一的に把握させることができると考えたのが第一の理由である。第二に、生徒の生活経験を、具象物を通し地質学的視点から再認識させると共に、具象物を通じて高次の思考概念を育成したい。生徒は、地域の地形現象を地理的・現象的にはある程度理解しているとはいえるものの、その成因・変化の過程については一般に浅薄あいまいな認識しかもちあわせていないのが実態である。しかも、太陽エネルギーに起因する地形変容過程を、具象物を媒体として考察し認識する能力に乏しい。そのため、具象物が思考概念と直結しておらず根拠の薄弱な抽象概念にすぎず、多分に言葉や物語りとして記憶し、現象そのものとしてのみ理解しているに過ぎない。第三は、河岸段丘を媒体として流水のはたらきを指導することにより、探究の科学としての地学学習の方法を具体的に会得させると共に、長時間かつ広大な空間における変容の過程と、その根源である太陽エネルギーに起因しての地球の内因的・外因的エネルギーの大きさを、具体的イメージをもって探究・認識させたい。以上の三視点から、河岸段丘を媒体とした「流水のはたらき」の指導過程をくんでみた。

(b) 観察実習コースの選定

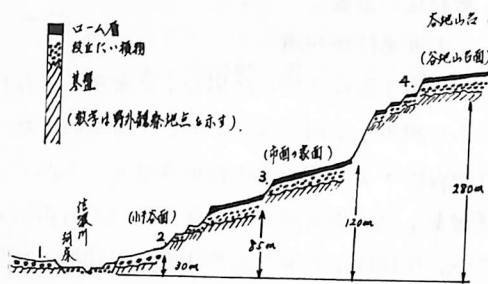
観察地点および露頭は、配当時間・生徒の実態・指導のねらいから、図-1に示す地点を選んだ。

①地点は、信濃川沖積段丘面で信濃川流路・河床・汜らん原・河岸段丘・第三紀丘陵の全体を総体的に関連づけて概観できる地点である。②地点は基盤（魚沼層群・小国層下部）・段丘たい積物・段丘面・段丘崖。基盤との関係（傾斜不整合）などについての詳細な観察・測定が可能である。なお、③・④地点は、いずれも②地点より上位段丘であり、信濃川流路・新潟沖積平野・下位段丘・第三系山地を統一的に観察・認識することができる点で効果的な観察地点である。

(c) 指導計画の構成



(図-1) 段丘分布および野外観察・測定地点。



(図-2) 小国市付近河岸段丘模式図。



(図-3) 信濃川河岸段丘

3 指導過程の概要

観察地点 指導目標	指導内容	指導の要点（期待される生徒の思考過程）	資料その他
① 地点 地域の地形を概観し、河岸段丘に着目させてその成因過程を探究しようとする意欲をもたせる。	①小千谷市付近の地形・地質の特徴 ○信濃川流路の観察 ○河岸段丘の分布調査 ○段丘面・段丘崖の数および区分（高位～沖積段丘） ○段丘外縁部の比高測定	①地域地形の特徴に気づかせ、その成因・形成過程・作用した営力の種類・大きさ・時間などについての問題意識をもたせる。 ○平坦面が多く広く分布している ○段丘面の末端部に高い段丘崖が発達している ○段丘は特に左岸にその発達が著しい ○河岸段丘は信濃川流域にそって発達している ○この河岸段丘はどうしてできたのだろう ○流水と関係がありそうだ ○どんな手段によって解明していったらよいか ○どんな調査・資料が必要か 観察地点・資料収集地はどこがよいか	段丘分布図 段丘模式図 1/2.5万地図 (小千谷)
② 露頭観察・計測・類推 段丘たい積物であるレキ層と河床レキとの比較から、流水のはたらきの事実を類推・認識させる。	②段丘たい積物のレキ層と河床レキとの比較 ○レキ種 ○大きさ ○円磨度 ○累積方向 ③段丘たい積物の層厚測定 ○たい積物の層厚測定 ○レキ層の層厚測定 ④レキ層たい積に要する流水営力の規模	②段丘たい積物のレキに着目させ、それが河床レキと同類のものであり、流水作用の結果であることを類推させる。 ○レキ種・大きさ・円磨度とも現河床レキと同類のものである。 ○河床の扁平レキは、上流に向って累積している→②露頭レキも同じだ→②地点もかつては河床であった。流水作用の結果たい積した地層である→段丘たい積物は流水のはたらきによって形成されたものである。 ○段丘たい積物中のレキ層のレキを運搬する力とは？ ○供給源からの距離は？ ○レキ層のほか、砂層・シルト層・粘土層と流速・流量との関係は？ ○段丘たい積物の層厚は？ ○流水のはたらきは偉大である。川のはたらきについてもっと深く追求していこう。	河床レキ調査資料 地質柱状図
汜らん原 模式実験 測定計算 流水のはたらきを模式実験を通して定量的に把握させ、その営力規模（大きさ・要した年代など）を帰納考察さ	⑤流水のはたらきによる土地の浸食	③流水作用の模式実験を通して、そのはたらきを認識させるとともに、流水営力の大きさを感得させる。 ○段丘たい積物である土砂・レキなどは本来どこにあったものだろうか→浸食・運搬速度と流速・流量との関係は？→小千谷市付近で浸食作用の激しい地点は？ ○流速と浸食作用との関係を実験によって確かめよう。どんな方法が考えられるか。 (例) 粘土塊による浸食作用の模式実験 同一地層内の粘土塊 20^3 cm^3 を数個切り取り河床に固定した鉄パイプにさして、流速と浸食との関係を調べる（場所による時間的差異）	蛇行と流速・浸食作用との関係

せる。	⑥ 流水による土砂の運搬・たい積作用と流速・流量との関係	<ul style="list-style-type: none"> ○ 流量・流速と運搬作用との関係を実験で確かめよう (例) 河床レキの逆累積実験 ○ 200gのレキが5m運搬されるに要する時間と流速との関係・逆累積した場合のレキの重さと流量・流速との関係 ○ ②地点での流水作用の規模を計算しよう。 (例) 段丘たい積物1m³当りの平均質量は? 10cmの段丘たい積物は約何百年かかってたい積したことになるか(地質柱状図から) 地質時代から現在, 現在から未来へ流水作用はつづく→河岸段丘は流水作用が加わって形成された事象である。 	
③・④地点 河岸段丘は自然がもつエネルギーによって形成・変容された具象物であることの理解を得させる。	⑦ 土地が隆起するための要素(隆起現象と流水作用のリズム) <ul style="list-style-type: none"> ○ 地殻変動 ○ 海水準変動 ○ 古気候の寒暖周期 ○ 氷河期 間氷期 ○ 十日町一下表末段丘との比較 ○ エネルギー的視点からの地形概観	④②の結果(段丘たい積物)から, 段丘は土地が隆起したものである→隆起する要素はどんな原因が考えられるか→地殻変動によって隆起したのだ, 水面の変化(海水準変動)も考えられる。 ○ 地球表面は過去数回, 気候寒暖のくりかえしがあった→氷河期には海水準変動によりレベルがさがり浸食が激しくなった→段丘の形成要因の一つに気候の寒暖周期に伴う海水準変動が考えられる→その根源は太陽エネルギーにある→究極, 地球をとりまく自然現象(流水のはたらきおよびその具象物として河岸段丘を含み)は太陽エネルギーに起因する熱収支・水収支の結果である。 ○ 下位段丘・沖積平野・信濃川流路・第三系山地等の総合的観察・理解	小千谷地震説 粟島隆起資料 花粉化石データー 河川の回春・進化
段丘断面図 ・段丘形成史の作成を通し, 統一的・総合的な自然認識を図る。	⑧ 地形図による段丘区分・分布・比高測定 <ul style="list-style-type: none"> ○ 資料の整理 ⑨ まとめ	⑤ これまでの資料を整理し, 流水のはたらきをエネルギー的視点からまとめる。 <ul style="list-style-type: none"> ○ 地形図による段丘区分および色分け ○ A—B—C線による, 地形断面図の作成 ○ 小千谷市付近河岸段丘形成史の作成 ⑥ 流水のはたらきによる段丘形成過程の把握 ⑦ 太陽エネルギーに起因しておこる地表変化の総合的・統一的理解と拡大・発展	河床からの比高 小千谷市史(流路の変更)

4 まとめ

以上「流水のはたらき」について, その具象物であり地域の代表的な地質素材である河岸段丘を媒体として, エネルギー的なものの見方・考え方をどう育成するかを主眼に指導過程をしくんでみた。

従来とかく現象面のみの理解, 平面的・直接的に扱われていた感の深いこの「流水のはたらき」も, 地域素材を教材化し, 具体的事例による自然観察や実験から認識を深めていくことによって, より具体的に, より鮮明に, より活動的になり, 生きた地学教育が期待できる。また, 学習方法を探究の過程として組織だてることによってはじめて, 主体的・創造的な学習が成立し, エネルギー概念の深まりが生まれてくるといえよう。あくまでも, これらの主体的活動を通し, それを基盤に論理の一般化・適用。

拡大を図りたいものである。そして、生徒自ら進んで自然の中にとびこみ、自然のもつエネルギーの巨大さに直接接触できる感動を体験させてやりたいものである。

花コウ岩海岸と海岸段丘を素材とした「流水のはたらき」の指導

1 素朴な疑問を探究の出発点として

今回の指導に際しては、「深成岩である花コウ岩が、現在地表に露出しているのはなぜだろうか」という素朴な疑問を探究の出発点として指導のストーリーを考えた。生徒によって、花コウ岩が広い地域にわたって地表に露出していることが疑問とならなければ、自ら探究すべき課題をつかんだということにはならない。指導の事前調査によれば、地かくの構成物と火山・火成岩について既習知識があるにもかかわらず「花コウ岩が地表に露出していること」を強い疑問としている生徒は少ない。また、自分の学校の近くに数Kmにわたって花コウ岩の礫浜が続いていても、そのことを“意識”しているのは調査対象の約1%でしかない。花コウ岩が、現在地表に露出している理由については、“土地が隆起した”とするもの約50%，“上にあったたい積物が浸食された”とするもの約28%、他はわからない、またはその他の答えである。

「花コウ岩が地表に露出していること」を疑問としない生徒たちの自然認識は、観念的な知識を背景とした低次なものでしかない。したがって、実際に野外に出て、きりたった花コウ岩の露頭や数10mの厚さをもった地層の前にたつと、なぜそうになっているのかを思考するのに、自分のもっている知識の範囲では想像することすらできずに、とまどってしまうのが実態である。

2 地域の素材とその教材化

指導に用いた場所は、三面川以北の岩ヶ崎海岸^{みおもて}一帯とその背後の海岸段丘である。岩ヶ崎から越後寒川^{かん}にかけての海岸線は、場所によってヒン岩をはさんだり、流紋岩が貫いたりしているが、大部分は花コウ岩からなる礫浜である。ところどころにある砂浜の砂は、石英や長石を多くふくみ花コウ岩の細レキも多い。海岸線の内部には、あまり広くはないが2～3段の海岸段丘が形成されている。段丘の分布状態と指導に用いた大平段丘^{おおいらい}の野潟小学校前の露頭柱状図は、図-1および図-2に示したとおりである。

◎ 指導のねらいからみた花コウ岩海岸と段丘露頭の教材化の利点

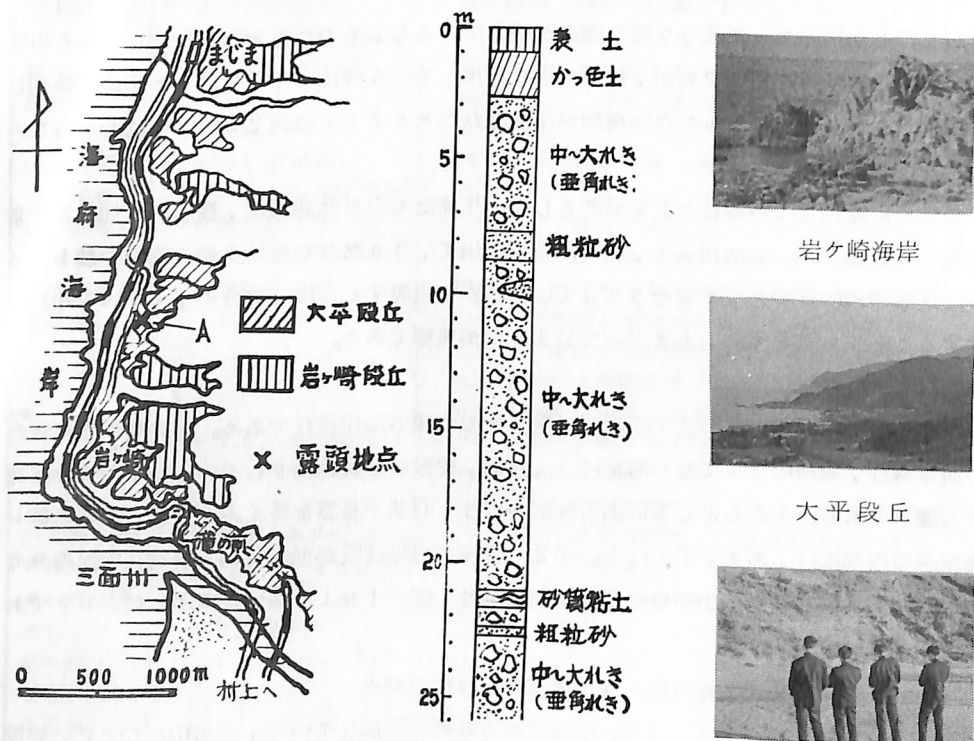
- 露出している花コウ岩群は、ゴツゴツした特徴ある地形を形成していて、高台にたつと広い範囲にわたってつらなっていることを概観することができる。
- この地域の花コウ岩の特徴は、長石が大きいくすも色がかっていて識別しやすい。
- 花コウ岩の表面は、風化がすすんでいてこわれやすく、周辺の砂と比較しやすい。
- 花コウ岩の形や絶えず岩にあたっている波のようすから、海水による岩（地形）への作用を考えさせることができる。
- 汀線の砂や細レキが、波によって移動していることや近くの防波堤などからも地形に対する海水の作用を考えさせることができる。
- 段丘のたい積物は、厚さが25m以上で、面の奥行きが200m以上あることと、その分布のようすから、時間および空間的スケールと流水の営力の巨大さを推測させることができる。

g) たい積物中のレキは、ほとんどすべてが花コウ岩であり、海岸の花コウ岩と組織がよく似ていることから、その供給源について考えさせやすい。

h) たい積物中の花コウ岩は、亜角～亜円レキの中～大レキであることから、運搬された距離は比較的近いのではないかと考えさせることができる。

i) たい積物は、あまり固結していないことから、たい積後の時間の経過はあまり長くないのではないかと考えさせることができる。

j) 場所により花コウ岩の基盤と段丘たい積物との不整合面を観察することができ、この地域の地形の形成過程を考える手がかりにさせることができる。



3 指導の展開例 (要約)

- ・ねらい：岩ヶ崎海岸の地形や村上市周辺にみられるいろいろな地形が、どのようにしてつくられたものかを流水のはたらきとの関係でとらえさせる。

過程	指導の意図	はたらきかけ	反 応
動機	1.本題材での探究課題をつかみ、追求意欲をおこす。	1.花コウ岩は、どのようなでかたをする岩石でしたか。 2.このような岩石を村上付近で見たことはありませんか。(花コウ岩を提示) 3.この場所はどこだろうか。(岩ヶ崎海岸の	<ul style="list-style-type: none"> ・深成岩です。 ・マグマが地下の深いところで、ゆっくり冷えてかたまったものです。 ・野潟のトンネル仕事のところにある。 ・岩ヶ崎だ。岩ヶ崎の海水浴場です。

つけ (45分)	<p>スライド)</p> <p>4.写っている岩に近づく(花コウ岩の接写スライド)、海岸の岩はこのような岩です。みんなの机上の岩石と比べてください。</p> <p>5.そう、よく似ていますね。実はこの岩石はスライドの場所のちかくからもってきたものです。なんという岩石だろうか。</p> <p>6.岩ヶ崎の岩は、花コウ岩だとしたら・・・?</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・色はちがうようだが、同じ岩石なのではないか。粒のようすがよく似ている。 ・(造岩鉱物、組織の特徴などをあげて)これは、花コウ岩だと思います。 ・アレっ、おかしそ。花コウ岩なら海岸みたいにあられていないよ。 ・そう、地中でできる花コウ岩が海岸ばたにできているんだもの。
情報の収集 (180分)	<p>2.課題解決のために必要な資料を集めるために、野外へ出て観察や試料の採取をする。</p>	<p>岩ヶ崎海岸には、なぜ深成岩である花コウ岩が、地表にあられているのだろうか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・岩の上の方にたい積していたものが波でけずられたのではないか。 ・海底がもち上がったのかもしれない。 ・……岩は、花コウ岩ではない別なものなのではないか。 <p>(中略)</p> <p>7.では、みんなの疑問を解くために、次の時間は外へでて勉強していこう。</p> <p>1.海岸を全体的に見て、どんなことを考えますか。(高台から概観)</p> <p>2.海岸におりてみよう。</p> <p>3.海岸の背後の山の方を見てください。</p> <p>4.そののがけに近づいてみよう。どのようになっているかよく観察しよう。特にどのようなたい積物であるかを注意して観察しなさい。</p> <p>(このあと、段丘面の広がりや、他の露頭の巡検をし、必要な試料を採取。以下略)</p> <p>・あれがみんな花コウ岩ですね。うっかりしていたけど海岸ぞいに岩がずっと続いているね。</p> <p>・ゴツゴツして、いろいろな形をしている。岩の色は黒っぽいね。</p> <p>・岩は、やっぱり教室で見たのと同じだ。花コウ岩だ。</p> <p>・こんなに広い場所の岩が全部花コウ岩だとすると……?</p> <p>・波が岩にぶつかっている。砂浜の砂は、花コウ岩がボロボロになったものでないか。</p> <p>・小学校でも習ったけど、波うちぎわの砂や小石はたえず動いているね。</p> <p>(略)</p> <p>・丘が続いている。・ずっと遠くの方、吉浦の方まで続いているようだ。</p> <p>・すぐそこ、がけがある丘が続いているのかな。</p> <p>・しま模様が見える。</p> <p>・石や砂などがたい積している。地層だね。</p> <p>・石は、花コウ岩だ。あまりまるくないな。どっちかという角ばっている。</p> <p>・あつ、この花コウ岩は海岸の岩と同じなのではないか。</p> <p>・このがけは高いなあ、上の方はどうなっているのだろう。</p>
情報処理・仮説 (45分)	<p>3.観察したことや補助資料などにより課題解決への手がかりをつかみ、仮説をたてる。</p>	<p>1.調べたことをもとにして考えると「岩ヶ崎海岸に花コウ岩が露出しているわけ」についてどう考えたらよいだろうか。</p> <p>2.もしも、花コウ岩の上のたい積物が雨水や海水などで浸食されたのだとしたら、観察してきたこととどう結びつけて判断したらよいだろうか。</p> <p>3.以上のようなことから考えて、この岩ヶ崎地域の地形はどのようにしてできたとしたらよいだろうか。このことが説明できると、花コウ岩が地表にあられている理由も説明できそうですね。</p> <p>(地域の海岸段丘の形成過程と分布などについて講義)</p> <p>・花コウ岩が露出しているのは事実だし、丘のたい積物の花コウ岩は、海岸の岩と同じなようだ。</p> <p>・花コウ岩の上にあったものはどこへいったのだろう。</p> <p>・海底に運ばれてたい積しているのではないかなと思う。</p> <p>・そうだとすると、奥の方にあった地層は、けずられないで残ったものかな。</p> <p>(略)</p> <p>・本当に、こんな広い地域にわたってたい積物がけずられたのかなあ。そうだとしたらすごく長い年月がかかっているのだろうな。</p> <p>・水の力も大変なものだ。ちょっと想像がつかない。</p> <p>・海水が、そんなにまじりへたりしたのか</p> <p>岩ヶ崎の花コウ岩は、上のたい積物が海水などのほたらきで浸食されてしまったために露出しているのではないだろうか。</p>
検証・一般化 (90分)	<p>4.教師の説明や映画から、自分たちの仮説のたて方は、ほぼ正しいことを知り、他の場所の地形についても、流水との関係で考えられるようになる。</p>	<p>1.映画(地層のでき方、日本列島の生いたち)や先生の説明などから、岩ヶ崎海岸の地形についてのみんなの考えた予想は、どうですか</p> <p>2.この穴のあいた岩(山北町府屋のメガネ岩のスライド)や、この長く続いた砂浜(三面河口の砂州のスライド)などの地形は、何の影きょうでできたとと言えるだろうか。</p> <p>・大体正しいと思う。浸食ばかりでなく海底がもち上がったことも考えに入れなければならない。</p> <p>・地表が水でけずられてはこぼれて、海の底にたまって……、それが現在陸になっているのが、観察したがけのある丘なんかなんだ。</p> <p>(略)</p> <p>・川水や海水のはたらきだと思う。</p>

5.水の供給経路について考えさせ、エネルギーの変換と不滅性についての概念形成の素地を与える。	<div style="text-align: center;">(中 略)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: fit-content;"> 岩ヶ崎の露出した花コウ岩の地形や、その他の地形は、流水のはたらきでもとの地形が変化したもので、現在とこれからも変化していくのだと推論することができる。 </div> <div style="text-align: center;">(以 下 略)</div>
--	---

4 まとめと反省

指導後の生徒の感想は、何事も簡単に結論をだすことはできず、多くの資料やいろいろな角度から考えて判断することが大切なのだな、ということであった。わずかな試みで、果して地学現象についてのエネルギー的な見方・考え方を育てることにつながったかどうかは疑問であるが、探究の方法をとるとき、生徒が主体的に課題にとりくみ、追求していく意欲を持続しなければ指導のねらいを達成することは困難である。探究する生徒を育てるためには、日常の授業も探究の方法で学習させなければならない。そのような指導が、自然を統一的に理解することのできる能力を育てることにつながるものだと考える。

IV あとがき

小学校は、「問題解決の過程」を、中学校は「探究としての科学」を重視して、実践研究を行なったが、われわれも児童・生徒もはじめての経験であったため、いままでの授業形態に多少、新しい傾向を加味した程度になってしまい、期待どおりの成果をあげることができなかった面もあった。しかし、児童・生徒がいままでよりは、より考えようとする意欲がみられたことは、今後の授業の方向を示唆するものであると考えている。

参 考 文 献

- 蛸谷米司編（1967），小学校理科基本的事項の指導，PP. 82～92（明治図書）
- 文部省（1968），小学校学習指導要領，初等教育資料，No. 229（東洋館）
- 木下一雄監修（1968），小学校学習指導要領改訂の要点，PP. 67～89（三晃書房）
- 日本初等理科教育研究会編集（1968），特集地球と宇宙の指導，初等理科教育 Vol. 2, No. 9, PP. 6～13
- 久田 芽（1968），新しい小学校理科学習指導要領の内容と特長—地球と宇宙—，理科の教育 Vol. 17, No. 8
- 奥田真文編（1968），新しい中学校教育課程，PP. 81～93，（大日本図書）
- 文部省（1968），中学校学習指導要領案，中等教育資料，No. 235
- 小金井正己（1967），科学の内容・方法の教材化—中学校第Ⅱ分野地学教材を中心として—，理科の教育，Vol. 16, No. 5, PP. 17～20
- 田中謙爾（1968），現代理科教育の動向と新訂版中学校理科，理科の研究 5, PP. 1～4（大日本図書）
- 日本地学教育学会（1968），ESCP 国際セミナー（1967）報告(1)，地学教育，第 21 巻 4 号，PP. 103～130
- 林 等外（1968），地域の素材を生かした地質教材—小・中学校の地層教材を中心に—，新潟県立教育センター研究集録第 1 集，理科研究編(1)，PP. 105～148